

# Telemetria aplicada à gestão do parque de máquinas agrícola

Relatório de Estágio

Curso de Mestrado em Agricultura Sustentável

Luís Miguel Roque da Silva

Orientador: Prof. Doutor Luís Conceição

Elvas, 2021



Luís Miguel Roque da Silva

## Telemetria aplicada à gestão do parque de máquinas agrícola

Relatório de estágio, apresentado para obtenção do grau de mestre em  
(Agricultura Sustentável) conferido pelo Instituto Politécnico de  
Portalegre

Orientador: Professor Luís Alcino da Conceição

Arguente principal: Professor José Oliveira Peça

Arguente: Professor Francisco Mondragão Rodrigues

Presidente do Júri: Professora Rute Santos

Classificação: Dezasseis (16) valores

Escola Superior Agrária de Elvas

2021

# Agradecimentos

Ao concluir este estágio tenho de manifestar a minha gratidão e apreço por aqueles que tornaram possível a sua realização:

Ao Professor Doutor Luís Alcino Conceição, por me ter proposto este tema, e ter dado a oportunidade de desenvolver este trabalho. O meu sincero reconhecimento, não só por ter dispendido a sua atenção e disponibilidade na orientação, correção e melhoria de todo o trabalho, como também pelo espírito conselheiro e de colaboração, que considero fundamental, quer na minha carreira académica, quer na minha carreira profissional.

À TERRAPRO, na pessoa do Eng.º João Noéme, pelo estímulo, disponibilidade e ajuda, e por ter permitido a utilização dos dispositivos de bordo e o acesso às plataformas *online*, tornando-se imprescindível à execução deste trabalho.

À Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos e ao Eng.º José Palha, por terem permitido monitorizar a atividade dos seus tratores, e ainda o acesso a dados sobre o seu trabalho e desempenho.

A todos os meus familiares e amigos que me apoiam e aconselham.

Em especial, aos meus pais e irmão por me ajudarem incondicionalmente, e darem a oportunidade e a hipótese de poder lutar pelos meus objetivos.

Este trabalho foi financiado pelo FEDER e por Fundos Nacionais, através do Programa Operacional Regional ALENTEJO 2020, Operação ALT20-03-0246-FEDER-000062 – “ISOmap Forragem – Tecnologias Normalizadas na Produção de Forragens”.

# Resumo

Com o objetivo principal de avaliar as potencialidades do uso da tecnologia de telemetria como instrumento de apoio à decisão agrícola, em fevereiro de 2020, foram instalados dispositivos de rastreamento com 2 níveis diferentes de tecnologia. O dispositivo BCE FMS500 Light, de nível básico, que permite o rastreamento dos percursos realizados, tempos de trabalho e velocidades adotadas, foi instalado num trator de 75 cv, que operou em atividades ligadas à produção de ruminantes em extensivo, na Herdade Experimental da Comenda, no Caia, Elvas, Portugal. Enquanto o segundo dispositivo, BCE FMS500 StCAN, considerado de nível avançado, por permitir a leitura de dados do desempenho operacional do trator além da monitorização do percurso, foi instalado num trator de 125 cv, que operou principalmente em culturas de cereais de outono/inverno e milho-grão, no Monte de St.º Isidro, em Samora Correia, Portugal.

Estes dispositivos permitiram a monitorização à distância de operações realizadas pelos tratores até outubro de 2020, enviando os dados recolhidos, via mensagem para uma plataforma *online*, que comunica com os utilizadores através de 3 interfaces, CMS Manager dedicada à gestão da informação que circula no sistema, Wialon e Hecterra nas quais o utilizador tem acesso aos dados gerados pelos tratores.

Assente neste estudo demonstra-se a necessidade de alguma evolução na funcionalidade tecnológica do sistema, não só a nível de *hardware*, principalmente na sua instalação, bem como a nível de *software* na calibração do sistema e na harmonização dos dados entre as diferentes interfaces. Das principais melhorias propostas destaca-se o aumento da qualidade e da precisão dos dados de posicionamento e de desempenho das máquinas agrícolas.

Palavras-chave: Telemetria; Digitalização; Mecanização; Trator.

# Abstract

With the main objective of evaluating the potential of using telemetry technology as an instrument to support the agricultural decision, in February 2020, tracking devices with 2 different levels of technology were installed. The basic level BCE FMS500 Light device, which allows tractor tracking, work times and speeds adopted, was installed on a 75 hp tractor, which operated in activities related to extensive ruminant production, at Herdade Experimental da Comenda, in Caia, Elvas, Portugal. The second device, BCE FMS500 StCAN, on the other hand, is considered to be of an advanced level, as it also provides tractor's operational performance data. Was installed in a 125 hp tractor, which operated mostly on grain and corn crops, at Monte de St.º Isidro, in Samora Correia, Portugal.

These devices allowed remote monitoring of operations carried out by tractors until October 2020, sending the collected data via message to an online platform, which communicates with users through 3 interfaces, CMS Manager dedicated to managing the information that circulates in the system, Wialon and Hecterra, in which the user has access to the data generated by the tractors.

Based on this study demonstrates that some evolution on technological functionality of the system is required, not only at the hardware, mainly in the simplification of its installation, but also at the software level on system calibration and data adjustment. Among the proposed improvements, we highlight the increase in the quality and precision of the positioning and performance data of agricultural machines.

Keywords: Telemetry; Digitization; Mechanization; Tractor.

# Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AFS – *Advanced Farming Systems*

AI – Agricultura Inteligente

AP – Agricultura de Precisão

API – Interface de Programas de Aplicativos

AVL – Dispositivo de localização de veículos

CAN bus – barramento de rede de área do controlador

CCC – Centro de Controlo e Comando

Cef – Capacidade efetiva de trabalho

CEMA – Associação da Indústria Europeia de Máquinas Agrícolas

Ct – Capacidade de trabalho

ECU – Unidade de controlo eletrónico

FMIS – Sistemas de Informação para Gestão Agrícola

GNSS – *Global Navigation Satellite System*

GPRS – Serviço de rádio de pacote geral

GPS – Sistema de Posicionamento Global

GSM – Sistema Global de Comunicação móvel

h – hora

Hr<sub>EF</sub> – número de horas de utilização efetiva

INE – Instituto Nacional de Estatística

IoT – *Internet of Things*

ISO – *International Standard Organization*

l – largura

m – metro

PAC – Política Agrícola Comum

Pd – Potência disponível

PMA – Parque de Máquinas Agrícola

P<sub>N</sub> – Grau de utilização da potência disponível

PPP - Posicionamento Preciso de Ponto

PTO – tomada de força

P<sub>U</sub> – Potência média efetivamente utilizada

RTK – Cinemática em tempo real

RTX - Tempo Real Estendido

SAE – *Society of Automotive Engineering*

SGF – Sistema de Gestão de Frotas

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SMS – Serviços de mensagens curtas

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

TOe – Tempo operacional efetivo

TTc – Tempo total de campo

T<sub>xua</sub> – Taxa de utilização anual

U<sub>a</sub> – Utilização anual de uma máquina

UE – União Europeia

v – velocidade

V<sub>u</sub> – Vida útil

η - Rendimento de campo



# Glossário

1. Aplicação de software: processamento de dados (entrada) transformando-os em dados diferentes (saída). Frequentemente apresentados em gráfico, em painel ou de alguma outra maneira para permitir a interpretação, e o uso como nova informação de suporte à decisão para a criação de valor.
2. Dados: todas as formas de informações que são transferidas entre o originador, provedor de dados, utilizadores de dados ou terceiros durante o curso de uma operação comercial
  - 2.1. Dados pessoais: qualquer informação relativa a uma pessoa singular identificada ou identificável ("titular dos dados"). Uma pessoa física identificável é alguém que pode ser identificado, direta ou indiretamente, nomeadamente por referência a um identificador, como um nome, um número de identificação, dados de localização, um identificador *online* ou a um ou mais fatores específicos do físico, fisiológico, genético, identidade mental, económica, cultural ou social dessa pessoa natural.
  - 2.2. Dados anónimos: Dados que foram tornados anónimos e, portanto, não são mais pessoais, por meio da remoção irreversível de qualquer informação identificável. Isso torna impossível obter *insights* sobre um indivíduo discreto, mesmo pela parte que é responsável pelo anonimato. As leis de privacidade não se aplicam a dados anónimos, pois não são pessoais.
  - 2.3. Dados publicamente disponíveis: dados que podem ser usados livremente, reutilizados e redistribuídos por qualquer pessoa sem restrições legais locais, nacionais ou internacionais existentes no acesso ou uso (por exemplo, Copernicus, dados meteorológicos, Eurostat, etc).
  - 2.4. Dados brutos: dados que são gerados e recolhidos sem edição ou qualquer outra forma de processamento.
  - 2.5. Metadados: dados que fornecem informações sobre outros dados (por exemplo, autor, unidades).
  - 2.6. Dados primários: Dados brutos transformados em valores identificáveis por pessoas (processamento primário). Por exemplo, dados de campo (por exemplo, parcela, dados geológicos, dados de solo, dados de água, cultura, dados relacionados à produção de uma exploração específica).
  - 2.7. Dados agregados: um conjunto de dados combinados composto por algumas ou por uma ampla gama de fontes (por exemplo, sensores, sistemas, agricultores ou plataforma de dados). A agregação de dados pode fornecer informações (por exemplo, *benchmarking* e análises) que podem fornecer ao originador dos dados um valor adicional em comparação aos dados de uma única fonte. Além disso, se as informações reveladoras forem eliminadas, a agregação pode ser feita anonimamente.
  - 2.8. Dados agrícolas: Dados referentes a explorações e operações da exploração relacionados com a produção agrícola, incluindo dados da exploração e todos os tipos de dados gerados nos processos agrícolas e na gestão da exploração:
    - Dados agronómicos - relacionados à produção vegetal (por exemplo, planeamento de produção, dados do solo, dados de insumos);
    - Dados de conformidade - dados necessários para controlo e aplicação em relação às autoridades competentes;
    - Dados de pecuária - relacionados à produção animal (por exemplo, idade, sexo, indicadores de desempenho, como produção de leite e peso vivo, bem-estar animal e indicadores de saúde, dados de insumos).

- 2.8.1. Dados das máquinas - usados para operações das máquinas (por exemplo, dados fluindo entre os sensores da máquina e os controladores do sistema), muitas vezes criptografados e não disponibilizados para evitar "engenharia reversa" ou modificações na comunicação do sistema a bordo que podem resultar no mau funcionamento dos controlos no local para proteger o operador e a máquina.
- 2.8.2. Dados de serviço - dados usados para manutenção e reparação de veículos.
- 2.8.3. Dados de insumos de fatores agrícolas (input) - relacionados com a natureza, composição e uso de insumos como fertilizantes, rações, produtos fitofarmacêuticos, etc.
- 2.8.4. Dados do fornecedor de serviços agrícolas - dados originados de um fornecedor de serviços agrícolas operando para beneficiar um cliente (por exemplo, agricultores). De interesse exclusivo para a gestão da empresa prestadora de serviços (por exemplo, horário de trabalho de um funcionário, desempenho da máquina) e não relacionado à exploração ou às operações agrícolas
3. Big Data: Vastos volumes de dados altamente diversos que podem ser capturados, analisados e usados para a tomada de decisões
4. Criador de dados (às vezes referido como "proprietário"): geralmente definido como "a pessoa ou entidade que pode reivindicar o direito exclusivo de licenciar o acesso aos dados e controlar seu uso posterior ou reutilização", ou seja, a parte a quem os dados são atribuídos. O originador dos dados de todos os dados gerados durante a operação é aquele que criou/coletou esses dados por meios técnicos (por exemplo, máquinas agrícolas, programas de processamento eletrônico de dados), por si mesmo ou que contratou fornecedores de dados para esse fim.
5. Fornecedor de dados: uma pessoa física ou jurídica que, por meio de um contrato, fornece dados ao utilizador e/ou ao originador dos dados.
6. Compartilhamento de dados: prática de disponibilizar dados para utilizadores de dados ou terceiros.
7. Terceira parte: Uma pessoa física ou jurídica diferente do originador dos Dados que recebe os dados do utilizador dos dados ou do provedor de dados sob um contrato.
8. Utilizador de dados: uma pessoa física ou jurídica que recebe dados do originador dos dados ou do fornecedor de dados sob um contrato com o originador dos dados.
9. Controlador: a pessoa singular ou colectiva, autoridade pública, organismo ou outro órgão que, sozinho ou em conjunto com outrem, determine os fins e os meios de tratamento dos dados pessoais. Sempre que os fins e os meios desse tratamento sejam determinados pela legislação da União Europeia ou dos Estados-Membros, o responsável pelo tratamento ou os critérios específicos para a sua nomeação podem ser previstos pela legislação da União Europeia ou dos Estados-Membros.
10. Processador: uma pessoa física ou jurídica, autoridade pública, agência ou outro órgão que processa dados pessoais em nome do responsável pelo tratamento.
11. Processamento: Qualquer operação ou conjunto de operações que é realizado em dados ou em conjuntos de dados, seja por meios automatizados ou não, como recolha, registo, organização, estruturação, armazenamento, adaptação ou alteração, recuperação, consulta, uso, divulgação por transmissão, divulgação ou outros métodos de disponibilização dos dados, alinhamento ou combinação, restrição, apagamento ou destruição.
12. Armazenamento de dados: A gravação (armazenamento) de informações (dados) num meio de armazenamento. O originador de dados pode armazenar dados num local primário, numa plataforma de dados ou em plataformas de armazenamento baseadas em nuvem. O local onde os dados são armazenados é conhecido como "local de armazenamento de dados".
13. Portal de dados: Uma lista de conjuntos de dados com separadores que facilitam o acesso a esses conjuntos de dados por meio de portais, o utilizador dos dados é capaz de operar os aplicativos (como uma interface ou para uma funcionalidade) desenvolvidos na plataforma de dados.

14. Plataforma de dados: *Software* onde são disponibilizados aplicativos para processamento de dados. As plataformas de dados podem ser fechadas (apenas para membros ou abertas para interfaces de programação de aplicativos - APIs), ou podem ser plataformas de *hardware* de código aberto e bibliotecas de software.
15. Informações de suporte à decisão: retiradas de uma aplicação, geralmente informações que apoiam a tomada de decisão.

# Índice Geral

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	iv
Glossário.....	vi
Índice Geral.....	ix
Índice de Quadros.....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
1. Introdução e Objetivos.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Objetivos.....	2
2. Fundamentos Teóricos.....	3
2.1. Parque de máquinas agrícola.....	3
2.1.1. Gestão e desempenho operacional.....	4
2.1.2. Digitalização.....	10
2.1.2.1. Importância da digitalização na Política Agrícola Comum.....	13
2.1.3. Sistemas de Informação para Gestão Agrícola.....	13
2.1.4. Uso do GPS.....	16
2.1.4.1. Qualidade e precisão do posicionamento.....	18
2.2. Sistemas de Telemetria.....	21
2.2.1. Equipamento telemático de bordo.....	22
2.2.2. Interface de Aplicação.....	26
2.2.3. Base de comunicação.....	26
2.2.4. Centro de controlo e comando.....	27
2.2.5. Implementações de telemetria em sistemas agrícolas.....	30
2.2.6. Compartilhamento de dados de máquinas agrícolas.....	33
3. Descrição das Atividades Desenvolvidas.....	36

3.1. Instalação dos dispositivos nos tratores .....	36
3.2. Estudo da arquitetura e estrutura das interfaces.....	38
3.2.1. Wialon .....	40
3.2.2. Hecterra.....	46
3.3. Criação de elementos nas contas de utilizador .....	48
3.3.1. Wialon .....	48
3.3.2. Hecterra.....	51
3.4. Principais operações de trabalho registadas (casos de estudo) .....	53
3.4.1. BCE FMS500 Light.....	55
3.4.1.1. Recolha de fardos .....	55
3.4.1.2. Acompanhamento presencial para despiste (05/06) .....	56
3.4.2. BCE FMS500 StCAN.....	61
3.4.2.1. Datas em que sabemos que ocorreram operações, mas não foram detetadas pelas plataformas.....	61
3.4.2.2. Datas em que ocorreram operações, mas não foram corretamente detetadas .....	62
3.4.2.3. Monitorização da operação de mobilização de solo na sementeira da cultura do milho .....	63
3.4.2.4. Acompanhamento presencial para despiste a 13/07 .....	69
3.4.2.5. Monitorização semanal (28/set – 02/out) .....	74
4. Análise Crítica e Propostas de Melhoria.....	79
4.1. Análise crítica .....	79
4.1.1. Escolha do sistema de rastreamento GPS Wialon.....	79
4.1.2. Dispositivos de bordo instalados .....	79
4.1.3. Interfaces utilizadas.....	80
4.1.4. Parâmetros analisados no sistema de telemetria em estudo.....	82
4.1.4.1. Monitorização de parâmetros relacionados com o Rendimento de campo .....	82
4.1.4.2. Monitorização dos parâmetros relativos ao desempenho das máquinas .....	93
4.1.5. Apreciação global do sistema de telemetria.....	97
4.2. Propostas de melhoria .....	97

4.2.1. Instalação mais simples e rápida dos dispositivos de bordo .....	97
4.2.2. Dados de posição mais precisos.....	98
4.2.3. Precisão dos dados de desempenho operacional das máquinas .....	98
4.2.4. Harmonização de dados coletados pelos sistemas internos de informações.....	98
4.2.5. Fórum de discussão do sistema de telemetria.....	99
4.2.6. Incentivo para a adoção deste tipo de aplicativos na tecnologia agrícola .....	99
4.2.7. Melhoria da cobertura móvel.....	99
5. Considerações Finais e Perspetivas Futuras.....	100
5.1. Considerações Finais .....	100
5.2. Perspetivas Futuras .....	101
6. Bibliografia .....	102
Anexos .....	108

## Índice de Quadros

Quadro 1 - Valores médios de referência do consumo específico de combustível das máquinas automotrizes (Fonte: Mendonça & Carneiro (1994 citado por Abelho, 2009)).....	6
Quadro 2 – Rendimentos de campo e velocidades de trabalho de operações agrícolas (Adaptado de ASAE Standard D497.4, 1999 citado por Conceição, 2016).....	9
Quadro 3 - Parâmetros analisados nos casos de estudo do desempenho operacional dos tratores onde estavam instalados os dispositivos .....	54
Quadro 4 - Tempos de trabalho, distâncias percorridas e velocidades do trator T4 de 4 a 9 de maio, segundo Wialon.....	55
Quadro 5 – Localização temporal e geográfica dos acontecimentos presencialmente detetados durante o acompanhamento do trator T4.....	57
Quadro 6 - Tempos de trabalho e de estacionamento por parcela, durante o despiste .....	57
Quadro 7 - Velocidades médias e máximas e quilómetros percorridos durante o despiste, por parcela.....	58
Quadro 8 - Áreas realmente trabalhadas pelo trator T6, mas não detetadas pela interface Hecterra .....	61

Quadro 9 - Diferenças entre as áreas realmente trabalhadas pelo trator T6 e as áreas detetadas pela interface Hecterra .....	62
Quadro 10 - Tempos de trabalho, quilómetros percorridos, velocidades médias e máximas do trator T6 durante a operação de mobilização de solo .....	64
Quadro 11 - Localização temporal e geográfica dos acontecimentos presencialmente detetados durante o acompanhamento do trator t6 .....	70
Quadro 12 - Dados sobre tempos de trabalho e velocidades do trator T6, segundo a interface Wialon.....	70
Quadro 13 - Dados referentes ao consumo de combustível do trator T6 durante a operação de despiste .....	73
Quadro 14 - Dados sobre a temperatura de motor durante a operação de despiste .....	74
Quadro 15 - Tempos de trabalho, distâncias percorridas e velocidades do trator T6 de 28 de setembro a 2 de outubro, segundo Wialon.....	75
Quadro 16 - Dados emitidos pela interface Hecterra sobre as operações desempenhadas pelo trator T6 durante a monitorização semanal na parcela <i>Pivot</i> do Sapal.....	76
Quadro 17 - Diferenças registadas pelas 2 interfaces nos tempos de trabalho e distâncias percorridas na operação de recolha de fardos.....	83
Quadro 18 – Diferenças de tempos de trabalho e estacionamento entre a realidade observada e a interface Wialon .....	84
Quadro 19 - Diferenças entre as áreas realmente trabalhadas pelo trator T6 e as informações coletadas por Hecterra.....	86
Quadro 20 - Dados de desempenho do trator T6 durante a monitorização semanal .....	91
Quadro 21 - $\eta$ teórico da operação de mobilização com a grade de discos utilizada.....	92
Quadro 22 - Influência da área de sobreposições feitas pelo trator durante a operação de mobilização com grade de discos .....	93
Quadro 23 - Dados fornecidos pela interface Wialon sobre a monitorização do consumo de combustível no caso de estudo 3.4.2.4. ....	95
Quadro 24 - Dados referentes ao consumo de combustível, formatados para a realidade agrícola.....	95

# Índice de Figuras

Figura 1 - Dispositivo BCE FMS500 StCAN e instruções de instalação .....	36
Figura 2 - (à esquerda) Trator New Holland T4 e (à direita) dispositivo BCE FMS500 Light instalado no sistema elétrico do trator .....	37
Figura 3 – (à esquerda) Trator New Holland T6 e (à direita) ligação do dispositivo BCE FMS500 StCAN ao sistema elétrico do trator .....	38
Figura 4 – Ambiente de trabalho da Interface principal Wialon .....	38
Figura 5 – Ambiente de trabalho da Interface destinado às operações agrícolas - Hecterra.....	39
Figura 6 - Esquema sobre a monitorização das unidades pelo sistema de rastreamento GPS...	40
Figura 7 - Elementos estruturais básicos no <i>design</i> da interface Wialon .....	41
Figura 8 - <i>Dashboard</i> que permite visualizar as alterações de parâmetros das unidades na interface Wialon .....	44
Figura 9 - Lista de trabalho que permite monitorizar o movimento das unidades no mapa .....	45
Figura 10 - Menu de propriedades da unidade 300I_LIGHT_COMENDA .....	49
Figura 11 - Geocercas do grupo da Herdade da Comenda.....	50
Figura 12 - Geocercas do grupo Palha.....	51
Figura 13 - Vista geral do separador Campos com as geocercas, na interface Hecterra .....	51
Figura 14 - Consulta no Hecterra, da operação de recolha de fardos realizada pelo trator T456	
Figura 15 - Consulta no Hecterra, do percurso realizado pelo trator T4 na operação de recolha de fardos.....	56
Figura 16 - Dados de velocidade do trator T4 no período do despiste.....	58
Figura 17 - Traçado no mapa do percurso percorrido pelo trator T4 durante o despiste.....	59
Figura 18 - Percurso percorrido pelo trator T4 depois dos ajustes feitos na interface CMS Manager .....	59
Figura 19 – 1.º exemplo de falta de precisão no traçado do percurso feito pelo trator a velocidades mais altas.....	60
Figura 20 – 2.º exemplo de falta de precisão no traçado do percurso feito pelo trator a velocidades mais altas.....	60



Figura 21 - Alterações feitas no menu do dispositivo, no sentido de aproximar ao máximo as mensagens emitidas.....	61
Figura 22 - Percurso detetado pela Wialon referente ao trator T6 no dia 29 de abril .....	62
Figura 23 - Percurso realizado pelo trator T6 a 11 de maio de 2020, segundo a interface Wialon.....	63
Figura 24 - Representação das alterações de velocidade do trator T6 durante a operação de mobilização de solo a 11 de maio .....	64
Figura 25 - Registo das alterações de velocidade do trator T6 a 11 de maio.....	65
Figura 26 - Representação gráfica da variação de consumo instantâneo de combustível do trator T6 durante a operação de mobilização a 11 de maio .....	65
Figura 27 - Algoritmo utilizado para ajustar o valor do consumo instantâneo do trator T6 emitido pela Wialon .....	66
Figura 28 - Consumo instantâneo de combustível com valores negativos.....	66
Figura 29 - Gráfico do consumo instantâneo de combustível .....	67
Figura 30 - Representação do trajeto do trator T6 no mapa, segundo a variação do consumo de combustível.....	67
Figura 31 - Dados de temperatura de motor do trator T6, durante a operação de mobilização de solo a 11 de maio .....	68
Figura 32 - Representação no mapa do progresso da operação de preparação da cama de sementeira para a cultura do milho, durante a sua realização pelo trator T6 a 11 de maio, segundo a interface Hecterra.....	68
Figura 33 - Representação no mapa da área trabalhada pelo trator T6 .....	69
Figura 34 - Dados sobre o desempenho do trator T6 durante a operação de mobilização de solo, a 11 de maio .....	69
Figura 35 - Representação gráfica dos tempos de trabalho e variação de velocidade do trator T6.....	71
Figura 36 - Percurso feito pelo trator T6 dentro do pivot.....	71
Figura 37 - Trajetos traçados pelos GPS em comparação .....	72
Figura 38 - Exemplo em que o dispositivo BCE FMS500 StCAN foi mais preciso a traçar o percurso .....	72
Figura 39 - Representação gráfica do consumo de combustível do trator T6 durante a operação de despiste.....	73

Figura 40 - Representação pela Wialon do trajeto do trator T6 no mapa, segundo a variação do consumo de combustível na operação de despiste.....	73
Figura 41 - Representação gráfica da temperatura de motor durante a operação de despiste.	74
Figura 42 - Percurso realizado pelo trator T6 entre 27 de setembro e 03 de outubro de 2020 .....	75
Figura 43 – Representação no mapa da área trabalhada pelo trator T6 durante a monitorização semanal na parcela Pivot do Sapal.....	76
Figura 44 - Representação diária da áreas trabalhadas pelo trator T6 na parcela <i>Pivot</i> do Sapal durante a monitorização semanal.....	77
Figura 45 - Representação no mapa do percurso feito pelo trator T6 na parcela <i>Pivot</i> do sapal segundo a velocidade instantânea.....	77
Figura 46 - Representação no mapa do percurso feito pelo trator T6 na parcela <i>Pivot</i> do sapal segundo o consumo instantâneo de combustível.....	78
Figura 47 - Diferenças registadas nos valores de tempos de trabalho fornecidos pelas interfaces .....	83
Figura 48 - Diferenças registadas nos valores de distâncias percorridas fornecidos pelas interfaces .....	83
Figura 49 - Diferenças entre as áreas trabalhadas realmente pelo trator T6 e as informações coletadas por Hecterra.....	86
Figura 50 - Percentagem de tempo de movimento e tempo de estacionamento do trator T6 durante o intervalo de tempo em que decorreu a monitorização .....	89
Figura 51 - Distância percorrida diariamente em comparação à média semanal.....	90
Figura 52 – Comparação dos $\eta$ calculados, referentes à operação de mobilização com grade de discos.....	92
Figura 53 - Relação entre parâmetros de desempenho do trator T6 durante a operação de mobilização de solo .....	96

# I. Introdução e Objetivos

## I.1. Introdução

A sustentabilidade agrícola é a chave para assegurar a segurança alimentar e a erradicação da fome da sempre crescente população. Esta sustentabilidade requer uma estratégia para melhorar a produtividade agrícola, sem deixar de apoiar a redução dos impactos ambientais prejudiciais.

Tanto a nível económico como a nível ambiental, o modelo denominado químico-mecânico das operações agrícolas tem vindo a demonstrar os seus limites, abrindo espaço para a introdução de tecnologias, baseadas em dados e no conhecimento. Assim, as novas tecnologias e a digitalização têm uma importância crucial para reforçar a longo prazo a competitividade, a sustentabilidade e a resiliência do setor primário, principalmente da União Europeia (UE). Valorizam-se cada vez mais modelos de produção com maior produtividade e eficiência no uso dos recursos, baseados na otimização de decisões enquadradas em sistemas de recolha e gestão de dados e na utilização de tecnologias de comunicação, automação e inteligência artificial (GPP, 2019).

A produção agrícola já tira partido dos Sistemas Europeus de Navegação Global por Satélite e das tecnologias de observação da Terra, cruciais, por exemplo, na operacionalização de técnicas de agricultura de precisão e na agro-logística. Neste sentido, a monitorização remota dos ativos é uma tecnologia que começa a ser utilizada por permitir a interpretação de informações e dados detalhados, fornecidos à distância de forma robusta e segura. Este recurso ajuda o produtor a fazer um diagnóstico completo das operações de campo e a implementar ações que as otimizem.

Antevê-se que esta tecnologia tenha alto impacto na cadeia de valor agro-alimentar, por ir de encontro ao necessário justo equilíbrio entre Eficiência e Resiliência. Ainda assim, este estudo demonstra que requer alguma evolução tecnológica para atingir o grande potencial de aumentar a eficiência das explorações, resultante da redução de custos de produção e da utilização mais racional dos fatores de produção, nomeadamente terra e água, bem como fertilizantes e pesticidas, ou até mesmo, combustíveis.

Ainda com o apoio dos sistemas de telemetria na gestão do parque de máquinas agrícola, poderá ser alcançada a melhoria da sustentabilidade económica e, simultaneamente,

ambiental, e o potencial de atrair uma geração mais jovem para a criação de empresas agrícolas e rurais.

## 1.2. Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é avaliar as potencialidades do uso da tecnologia de telemetria como instrumento de apoio à decisão.

É ainda considerado como objetivo secundário determinar fatores de produtividade e de eficiência no uso de máquinas agrícolas.

## 2. Fundamentos Teóricos

### 2.1. Parque de máquinas agrícola

Segundo Albino (citado por Conceição, 2016), por parque de máquinas de uma exploração agrícola pode entender-se o conjunto de máquinas motoras (tratores), máquinas motrizes, máquinas automotrizes e máquinas operadoras necessárias à realização em tempo útil do plano de atividade agrícola e/ou pecuária da exploração.

De 1999 a 2009, o parque de máquinas agrícola (PMA) das explorações portuguesas foi reforçado em cerca de 16 mil tratores. Em 2009, 82% das explorações em Portugal utilizavam tratores no desempenho da sua atividade agrícola (INE, 2011). De 2009 para 2019, registou-se um aumento de 7% no número de tratores, e manteve-se a utilização de 5 tratores por 100 hectares de SAU. No mesmo período, mais que quadruplicou a utilização de máquinas automotrizes de colheita de azeitona, uva e amêndoa (INE, 2020). O número de matrículas de tratores agrícolas novos registadas em Portugal durante o ano de 2019 aumentou 917 unidades relativamente ao ano anterior, o que corresponde a uma subida do mercado de 15,84%, e que fez do ano de 2019 o melhor da última década (Branco, 2020). Segundo o INE (2011), esta situação deve-se à conjugação de vários fatores, entre os quais a diminuição da mão-de-obra disponível e ao aumento do custo da mesma, e ainda a existência de apoios comunitários vocacionados para as pequenas explorações agrícolas, que maioritariamente foram utilizados para a mecanização, permitindo projetos que incluíram a aquisição de tratores agrícolas.

Do ponto de vista da mecanização, a competitividade das culturas é tanto maior quanto mais eficiente e tecnologicamente avançadas forem as máquinas utilizadas. A análise da conta de cultura para dois casos práticos aplicados à cultura do milho feita por Conceição (2020), demonstra que a componente de mecanização, não incluindo as operações de colheita, assume uma importante percentagem nos custos de produção, em concreto, 17% no exemplo para a produção de grão e 14% na produção de silagem. Segundo Tieppo *et al.* (2019), as operações mecanizadas representam cerca de 23% dos custos de produção do milho, exigindo um PMA bastante potente. Castillo-Ruiz *et al.* (2015) apontam que as operações mecanizadas podem representar mais de 25% do custo total de produção de uma cultura.

Para obtenção de uma boa relação custo benefício, importa controlar os custos, através do acompanhamento de gastos e índices de produtividade (Sichonany, 2011). Sendo a maximização da produtividade de cada máquina agrícola um elemento importante nos esforços contínuos de planeamento e controlo de fatores, e somando, o desenvolvimento estrutural e os requisitos impostos na agricultura, percebe-se que tecnologia inovadora e a gestão do conhecimento são decisivas para o futuro (Sorensen & Bochtis, 2009).

### 2.1.1. Gestão e desempenho operacional

A gestão do PMA é vista como a tomada de decisões dos agricultores ou prestadores de serviços de máquinas em relação a, principalmente, alocação de recursos, programação, roteamento e monitorização de veículos e materiais. A gestão deste envolve ainda o processo de supervisionar o uso e manutenção das máquinas e as funções administrativas associadas, incluindo a coordenação e divulgação de tarefas e informações (Sorensen & Bochtis, 2009).

Segundo Hahn (2006 citado por Sorensen & Bochtis, 2009), na noção de gestão na agricultura, pode-se incluir a logística como um fator que estabelece uma visão abrangente do fluxo de materiais no processo de produção. Indica que a logística diz respeito à localização das diferentes unidades funcionais relacionadas entre si e combinados com os sistemas de gestão empregados. A noção logística básica é que todas as operações e as ações devem criar um valor agregado na cadeia de processo por ter a coisa certa, no lugar certo, à hora certa (Sorensen & Bochtis, 2009).

Auernhammer (2001 citado por Sorensen & Bochtis, 2009) sugere que, como parte da gestão da logística, a gestão de uma frota de veículos é uma ferramenta útil para melhorar a programação e eficiência operacional. Considerando as frotas como grupos de máquinas ou veículos, definidos por Spuntrup & Imsland (2018), como ativos, para uma gestão adequada destes, devem ser realizadas várias atividades ao longo do seu ciclo de vida. Importa partir da identificação dos ativos necessários, adquiri-los e disponibilizar os sistemas de apoio à manutenção até à alienação ou renovação de um ativo. Tanto a aquisição de uma máquina, como a sua posterior utilização e manutenção, implicam custos que não podem deixar de ser considerados (Abelho, 2009). (Hu *et al.*, 2020) mostram que as máquinas agrícolas possuem características de evolução temporal e espacial, que levam a fortes necessidades por oportunidade e urgência no serviço de

manutenção, durante e entre campanhas agrícolas, que segundo Abelho (2009), correspondem a desembolsos sucessivos para atender ao seu funcionamento.

A partir do momento em que é adquirida uma máquina agrícola, o seu proprietário passa a ter vários encargos, mesmo que a mantenha inativa. A única forma de diminuir esses encargos inerentes às máquinas, que se designam por encargos fixos e encargos variáveis, é utilizá-la o maior número de horas possível por ano, reduzindo assim o tempo de inatividade. Por sua vez, diminuirá a percentagem de encargos fixos em relação aos encargos totais. Assim, o custo horário de uma máquina agrícola é o resultado do somatório dos encargos efetuados com essa máquina durante um ano, dividido pelo montante de horas realizadas durante o mesmo ano (Madeira, 1992 citado por Abelho, 2009).

Os encargos fixos englobam as despesas inerentes à posse da máquina independentemente da intensidade e forma de utilização. Incluem o valor dos juros do capital fixo, o valor do seguro, eventualmente, o custo resultante da utilização do local onde a máquina está guardada e o valor da amortização anual, como forma de contabilizar a depreciação sofrida pela máquina. Para o cálculo deste último, é necessário introduzir o conceito de vida útil (Vu), definido como o tempo que decorre desde a compra do equipamento até ao momento em que passa a ser economicamente inviável a sua utilização, pelo que se deve proceder à sua substituição. Madeira (1992 citado por Abelho, 2009), salienta, que o valor no fim da Vu normalmente considerado é 10% do valor inicial, muito embora possa ser condicionado por outros fatores, como a idade, o número de horas de trabalho, o seu estado geral e mesmo o custo e forma de pagamento da unidade nova no caso da troca.

No caso dos encargos variáveis ou de utilização, correspondem às despesas resultantes da utilização da máquina sendo diretamente proporcionais a essa mesma utilização. Refere Madeira (1992 citado por Abelho, 2009), que estes encargos constituem a grande fatia do custo horário para o qual contribuem fortemente os encargos com reparações e manutenção (cerca de 15% dos encargos totais). Assumem particular importância, não só pelo seu peso, mas também como fator de ponderação na escolha das máquinas e na decisão de as substituir com oportunidade. Também o custo de aquisição é, geralmente, um fator preponderante na escolha de uma máquina. Nestes encargos incluem-se para

além dos custos com reparações e manutenção periódica, os custos com combustíveis, lubrificantes, e os custos do operador (remuneração + encargos sociais) (Abelho, 2009).

O consumo de combustíveis é um item de especial interesse, uma vez que segundo Noronha (1991 citado por Sichonany, 2011), corresponde entre 20 a 50% do custo por hora dos tratores agrícolas. Lopes *et al.* (2004) citado por Sichonany, 2011) referem um valor de 35% do custo por hora de trabalho destas máquinas. Quando não existem dados reais disponíveis sobre os consumos das máquinas, o cálculo do combustível gasto é baseado no consumo específico (litros/cv/hora), tabelado para classes de máquinas automotrizes. Os valores utilizados por Mendonça & Carneiro (1994 citado por Abelho, 2009), são apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1 - Valores médios de referência do consumo específico de combustível das máquinas automotrizes (Fonte: Mendonça & Carneiro (1994 citado por Abelho, 2009))**

Máquinas	Consumos médios
Tratores	0,1 l/cv/hora
Motocultivadores (gasóleo)	0,2 l/cv/hora
Motocultivadores (gasolina)	0,3 l/cv/hora
Ceifeiras-debulhadoras e outras máquinas automotrizes	0,15 l/cv/hora

Em suma, os custos da mecanização absorvem uma boa parte da produção média, que justifica o interesse da realização de estudos que permitam detetar situações desfavoráveis da utilização de máquinas agrícolas (Abelho, 2009).

Bochtis *et al.* (2014 citado por Hu *et al.*, 2020), resumiram cinco tarefas principais de gestão de máquinas agrícolas: planeamento de capacidade, programação, planeamento de tempos de tarefas, planeamento de rota e avaliação de desempenho. Frisam que as medidas de planeamento de capacidade devem ser melhoradas e requerem uma aprimorada conectividade automática de dados entre os diferentes níveis de planeamento. Considera-se o planeamento da capacidade como uma tarefa fundamental dos gerentes das operações, por servir para garantir que as operações possam atender à procura atual e futura de maneira económica (Horngren *et al.*, 2014 citado por Hu *et al.*, 2020). Uma razoável capacidade de planeamento é importante para melhorar a eficiência das operações agrícolas e reduzir o custo da operação dos serviços de



manutenção a providenciar durante as operações agrícolas (Hu *et al.*, 2020); (Sorensen & Bochtis, 2009).

Com isto, as máquinas usadas devem ter capacidade satisfatória para completar todas as operações dentro dos períodos críticos de tempos disponíveis (Sichonany, 2011).

Para Feodoroff (1972 citado por Abelho, 2009), numa exploração, há certos trabalhos cuja execução pode ser alterada no tempo sem provocar qualquer efeito sobre a produção, chamados trabalhos diferíveis. Por outro lado, o adiamento da realização de certas tarefas pode afetar significativamente a produção, por isso designados trabalhos indeferíveis. Estes últimos, são condicionados, principalmente, pelo ciclo biológico das plantas e pela meteorologia, por serem realizados em campo aberto na quase totalidade das operações culturais.

Para Cary & Azevedo (1972 citado por Abelho, 2009), consideram-se dias disponíveis, os que possuem uma elevada probabilidade de se poder realizar a operação pretendida e que permitem a execução do trabalho em condições pelo menos aceitáveis, sendo excluídos previamente os tornados inviáveis pelas instituições civis e religiosas (sábados, domingos e feriados).

Segundo Reboul (1965 citado por Abelho, 2009), existem dois métodos utilizados para o cálculo dos dias disponíveis. O primeiro método baseia-se na precipitação e o segundo na humidade do solo, sendo este último apontado como o mais fiável pelo facto de se basear na precipitação efetiva do dia considerado e dos quatro dias anteriores e considerar o fator solo, o que dá uma indicação concreta e precisa para a possibilidade de realização da tarefa cultural em vista.

Contudo, o cálculo dos dias disponíveis é apenas uma previsão baseada em dados meteorológicos a longo prazo, obtida por via estatística, que só faz sentido no campo das probabilidades e que deve ser tomado em conta apenas para orientação do planeamento do trabalho agrícola e, neste caso, na gestão do parque de máquinas, em particular no momento da definição do número e máquinas necessárias (Abelho, 2009).

A execução das tarefas culturais numa exploração requer uma boa organização do trabalho, tornando necessário ponderar aspetos que definam a qualidade e quantidade de trabalho a realizar em cada um dos períodos culturais do ano agrícola. Com um conhecimento concreto e preciso das disponibilidades de trabalho, será necessário

estabelecer um calendário cultural para determinar os períodos de trabalho referentes às várias culturas. A realização de uma operação cultural (ex.: sementeira da aveia) pode implicar a realização de várias tarefas culturais (ex.: transporte da semente + distribuidor de semente + enterrar a semente + rolagem). Desta forma, é necessário que cada tarefa seja executada com eficiência atendendo ao tempo disponível para a realização da mesma, sob pena de comprometer a conclusão da operação principal (Abelho, 2009).

Importa definir “Tempo de Trabalho” como o tempo bruto necessário para efetuar um trabalho bem definido. Compreende a duração líquida do trabalho, os tempos de transporte, incrementados de uma margem para paragens eventuais dos trabalhadores, o início e o fim do trabalho, paragens inevitáveis, paragens de curta duração e paragens para a manutenção do equipamento durante o trabalho (Mendonça & Carneiro, 1992 citado por Abelho, 2009).

A capacidade de trabalho, o rendimento de campo e os requisitos de potência, bem como os tempos gastos nas operações e o consumo de combustível, são fatores fundamentais na gestão do PMA (Sichonany, 2011). São parâmetros que representam uma medida do comportamento da máquina sob condições reais de trabalho, chamados de desempenho operacional.

- Capacidade de trabalho

A Capacidade de teórica de trabalho ( $C_t$ ) é o número de hectares trabalhados num determinado período de tempo, calculada em condições teóricas, sem que a máquina realize sobreposições nas passagens e é dada pela fórmula (Sichonany, 2011); (Castillo-Ruiz *et al.*, 2015); (Conceição, 2016):

$$C_t = \frac{l * v}{10}$$

Onde:

$l$  = largura da máquina operadora (m)

$v$  = velocidade de deslocação (km/h)

A Capacidade efetiva de trabalho ( $C_{ef}$ ) é o número de hectares trabalhados num determinado período de tempo, dada pela fórmula (Sichonany, 2011); (Castillo-Ruiz *et al.*, 2015); (Conceição, 2016):

$$Cef = \frac{\text{área}}{\text{tempo}} = \frac{l \cdot v \cdot \eta}{10}$$

Onde:

$l$  = largura da máquina operadora (m)

$v$  = velocidade de deslocação (km/h)

$\eta$  = Rendimento de campo (%)

Numa dada operação todos os factores que influenciam o desempenho de campo, reduzindo a capacidade de trabalho determinam o seu rendimento de campo ( $\eta$ ) expresso em decimais:

- Factores de natureza agronómica - estado do solo e da cultura para uma dada operação
- Factores de natureza estrutural - dimensão e geometria da parcela, estado de limpeza da folha
- Factores de natureza técnica - relação trator/máquina, velocidade de trabalho, destreza do operador

O Quadro 2 apresenta intervalos de variação e valores típicos de  $\eta$  para diferentes tipos de máquinas operadoras, e ainda intervalos de valores de velocidade de trabalho a adotar pelos tratores (Conceição, 2016).

**Quadro 2 – Rendimentos de campo e velocidades de trabalho de operações agrícolas (Adaptado de ASAE Standard D497.4, 1999 citado por Conceição, 2016)**

Equipamento	Rendimento de campo		Velocidade
	Intervalo (%)	Valores típicos (%)	Trabalho (km/h)
<b>Mobilização</b>			
Charruas de aivecas	70 - 90	80	4,5 - 7,0
Grades de discos	70 - 90	85	5,0 - 8,0
Chisel/escarificador	70 - 90	85	5,0 - 8,0
Rolo	70 - 90	85	5,0 - 7,0
Sachador	70 - 90	80	3,0 - 8,0
Fresa	70 - 90	85	2,0 - 4,0
<b>Semeadores</b>			
Em linhas monogrão	50 - 75	65	3,0 - 10,0
Em linhas fluxo contínuo	65 - 85	70	4,0 - 9,0
<b>Corte e colheita</b>			
Ceifeira-debulhadora	65 - 80	70	3,0 - 6,0
Gadanheira	75 - 85	80	4,0 - 6,0
Respigador	70 - 85	80	6,0 - 10,0
Macro enfardadeira	55 - 75	65	3,0 - 7,0
Colhedora de hortícolas	55 - 70	60	4,0 - 5,0
<b>Distribuição</b>			
Distribuidor centrífugo adubo	60 - 70	70	6,0 - 10,0
Pulverizadores mecânicos	50 - 80	65	5,0 - 10,0
Pulverizadores pneumáticos	55 - 70	60	5,0 - 8,0

É de extrema importância o controlo do  $\eta$ , pelo facto do seu aumento permitir uma diminuição do custo de produção (Pacheco, 2000 citado por Sichonany, 2011). É dependente de variáveis como tamanho das máquinas, velocidade de deslocamento, habilidade do operador e formato e tamanho das parcelas. Para que todo o potencial de trabalho do tractor e do equipamento agrícola seja utilizado, as parcelas devem ser adaptadas tanto em dimensão como em geometria, bem como em limpeza. Neste sentido, importa dimensionar e ajustar o PMA, tendo em conta determinados indicadores de desempenho e necessidades de potência.

Começando pela Vu do equipamento, que traduz o número máximo de anos ou de horas que o equipamento pode trabalhar, desde que sujeito a manutenção e reparações adequadas, antes de ficar totalmente obsoleto. Com base neste conceito, pode definir-se a Utilização Anual ( $U_a$ ) de uma máquina e proceder à planificação de tarefas necessária à implementação de um determinado calendário cultural. A  $U_a$  é a relação entre o período considerado da sua Vu e vida técnica. De acordo com este conceito pode considerar-se uma Taxa de Utilização anual ( $T_{xua}$ ), que consiste na relação entre o número de horas em que efetivamente o trator é utilizado ( $Hr_{Ef}$ ) e o número de horas para as quais está previsto ( $U_a$ ) (Conceição, 2016).

Outra questão, que se prende com o uso eficiente de uma máquina agrícola passa pelo conhecimento da potência efetivamente utilizada, a qual deve aferir o rigor entre o par trator/máquina operadora e o grau de utilização do mesmo. Seguindo a terminologia de Pinheiro *et al.* (1997 citado por Conceição, 2016), o par trator/máquina operadora traduz o Grau de Utilização da Potência Disponível ( $P_N$ ) pela relação entre a potência média efetivamente utilizada ( $P_u$ ) e a potência disponível ( $P_d$ ). De acordo com o indicador anteriormente descrito da  $T_{xua}$ , pode definir-se Rendimento da Utilização anual da potência disponível ( $\eta P_N$ ) e, idealmente o seu valor deve aproximar-se o mais possível da unidade, ou seja, utilizar o trator o maior número de horas previstas ao máximo da potência disponível (Conceição, 2016).

### 2.1.2. Digitalização

A agricultura está atualmente a passar por um desenvolvimento tecnológico significativo, levando a um aumento do número, tamanho e complexidade das máquinas instaladas, pelo que grandes somas de capital são investidas na aquisição, operação e manutenção destas máquinas de alta eficiência e com alta taxa de utilização. Consequentemente, a

execução das operações de campo por uma ou várias máquinas em cooperação tem de ser cuidadosamente planeada e executada a fim de atingir a eficiência máxima das operações (Sorensen & Bochtis, 2009); (Sichonany, 2011). A mecanização agrícola vem exigindo cada vez mais a utilização de máquinas com tecnologias sofisticadas para atender às necessidades da atividade agrícola (Sichonany, 2011), e neste sentido, estão também a ser implementadas avançadas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). À medida que as TIC são incorporadas no sistema produtivo, alteram radicalmente a estrutura e o modo como o trabalho é executado, sobretudo no que diz respeito ao trabalho de produção e coordenação. Este trabalho tende a tornar-se mais efetivo, em razão do aumento da capacidade em coletar, armazenar, processar e transferir informações, o que torna possível obter maior velocidade de comunicação, reduzir o prazo de resposta às variações nos ambientes interno e externo, comprimir o tempo, o espaço e expandir o conhecimento (Sichonany, 2011).

O intuito principal é que essas tecnologias incrementem a implementação de ferramentas de gestão de frotas. Segundo Sorensen & Bochtis (2009), este investimento é um passo preliminar na direção de alcançar o aumento da eficiência das operações mecanizadas, e para renovar os modelos formais de gestão na agricultura.

Este uso de tecnologias digitais para mudar modelos de negócios e fornecer novas receitas e oportunidades de produção de valor, atendendo às crescentes preocupações económicas, ecológicas e sociais no setor agroalimentar (El Bilali & Allahyari, 2018; Berckmans, 2013; Banhazi *et al.*, 2012 citado por Munz *et al.*, 2020) designa-se por digitalização (Pesce *et al.*, 2019).

Com isto consegue-se o fornecimento e intercâmbio de dados (Filter *et al.*, 2014; El Bilali & Allahyari, 2018; FAO, 2017 citado por Munz *et al.*, 2020), usando redes móveis, sendo armazenados em sistemas de TIC localizados na Internet, ou na *cloud* (nuvem), em detrimento do modelo antigo de coletar e armazenar dados em dispositivos para depois desenvolver. Surge assim outro importante conceito: *Internet of Things* (IoT) (Oksanen *et al.*, 2016); (Munz *et al.*, 2020).

A IoT é considerada como solução inovadora de alto impacto na cadeia de valor agroalimentar. Permite um enorme avanço na capacidade de coleta, análise e distribuição de dados (Pesce *et al.*, 2019). Define-se como redes de objetos físicos que contêm tecnologia incorporada para se comunicar e sentir ou interagir com os seus estados

internos ou com o ambiente externo. Se a Internet conecta pessoas com pessoas e com informação, a IoT passou a integrar “coisas”, ou seja, ligar pessoas com “coisas” e “coisas” com “coisas”. O seu princípio é permitir que as “coisas” conectadas à Internet se tornem mais eficientes, graças a atributos complementares que recebem e comunicam com outros objetos ou pessoas. Para que exista uma aplicação de IoT é necessária a conjugação de 3 elementos (GPP, 2019):

- Rede de comunicações (*wi-fi*, *Bluetooth*, 2G, 3G, 4G e 5G);
- Dispositivos (“coisas” que possuam chips, antenas);
- Sistemas de controlo (plataformas de gestão).

Uma boa cobertura móvel permite aumentar a capacidade dos agricultores de tomar decisões, obter informações, comunicar e operar. Como toda a tecnologia que os agricultores compram está ligada a algum tipo de sistema de dados, quanto melhor for a cobertura, mais sofisticados são os equipamentos digitais e *software's* que podem usar. Somente quando todos os agricultores tiverem cobertura móvel de parcela a parcela, poderão tirar o máximo proveito da mais recente tecnologia de agricultura de precisão e permanecer competitivos num mercado internacional cada vez mais difícil (Groeneveld, 2020).

Associada está a Indústria 4.0 que se baseia na tecnologia digital, tanto na componente de produção como de logística, e neste contexto, é apontada como inevitável a transformação de todas as cadeias de valor e de produção, incluindo os setores tradicionais, sendo que no caso da agricultura aparecem novos conceitos como intensificação sustentável, agricultura de precisão, Agricultura 4.0 e agricultura digital. Esta revolução caracteriza-se por uma forte interação digital-físico-digital e por envolver um conjunto de tecnologias que vão muito para além da IoT, como o *Big Data* (GPP, 2019).

*Big Data* refere-se a grandes quantidades de dados produzidos muito rapidamente por um grande número de fontes diversas. Os dados podem ser criados por pessoas ou gerados por máquinas, como sensores que coletam informações climáticas, imagens de satélite, sinais de Sistema de Posicionamento Global (GPS), etc. Conjuntos de *Big Data* são tão grandes e complexos que o aplicativo de processamento de dados tradicional *software's* são inadequados para lidar com eles. A adoção mais ampla deste *Big Data* provavelmente mudará as estruturas agrícolas e a cadeia alimentar de formas

inexploradas, comparáveis à introdução de pesticidas ou de tratores na agricultura. Antevê-se uma grande mudança nas relações de poder entre os diferentes participantes das cadeias de valor existentes, e por isso, a necessidade urgente de novos vínculos organizacionais e modos de colaboração nas cadeias de valor (Pesce *et al.*, 2019).

#### 2.1.2.1. Importância da digitalização na Política Agrícola Comum

A digitalização e as novas tecnologias vão ajudar a garantir a modernização da Política Agrícola Comum (PAC), o que é de importância crucial para reforçar a longo prazo a competitividade, a sustentabilidade e a resiliência do setor primário da União Europeia (UE). Salienta-se que o aumento do uso de tecnologias digitais terá um impacto positivo na qualidade de vida das zonas rurais e deverá atrair uma geração mais jovem para a criação de empresas agrícolas e rurais (GPP, 2019).

Em geral, promover a inovação através da introdução de novas tecnologias na cadeia de valor alimentar faz parte dos objetivos da PAC. Destacam-se as tecnologias *Global Navigation Satellite System* (GNSS) e IoT, que podem permitir um uso mais eficaz de recursos como energia, água, fertilizantes, adaptando-se às mudanças climáticas e preservando o meio ambiente. A modernização da PAC por meio de inovações digitais pode tornar a administração, o acompanhamento e o funcionamento geral desta, mais transparentes e justos (CEMA, 2020).

A UE e os Estados-Membros têm um papel fundamental a desempenhar na criação de um ambiente propício para que estas tecnologias sejam adotadas e contribuam para a otimização do processo produtivo. Apoiá-las reforçará a sustentabilidade do sistema agrícola, aumentando a competitividade, o investimento, o crescimento e o emprego, em particular nas zonas rurais. O aumento de subsidiariedade, considerado nas propostas para a futura PAC, é uma oportunidade para os Estados-Membros desenvolverem políticas que respondam às suas circunstâncias específicas e que se adequem melhor aos seus agricultores, maximizando assim o seu contributo para os objetivos da UE (GPP, 2019).

#### 2.1.3. Sistemas de Informação para Gestão Agrícola

Antevê-se que o grande objetivo de otimizar a tarefa de gestão do parque de máquinas agrícola, aumentará a procura por ferramentas de gestão avançada. De forma a capturar, tratar, armazenar e gerir informações de campo de forma eficaz, permitindo apoiar os

agricultores a tomar decisões de gestão em tempo real, melhorando a qualidade da tomada de decisão e reduzindo o tempo necessário. Surge uma nova tecnologia, designada Sistemas de Informação para Gestão Agrícola (do inglês “Farm Management Information Systems”) (FMIS) (Boehlje *et al.*, 1984; Sorensen *et al.*, 2010 citado por Al-Aani, 2019); (Sørensen *et al.*, 2010 citado por Munz *et al.*, 2020).

Os efeitos da adoção do FMIS dependem do capital humano e de como as tecnologias são usadas para organizar as informações e tomar as decisões (Rougoor *et al.*, 1998; Nuthall, 2004 citado por Carrer *et al.*, 2015).

Munz *et al.* (2020) indicam que o foco da investigação deve ser colocado nas características do FMIS no que diz respeito ao uso generalizado de aplicativos baseados na *web*, entrada automática de dados digitais e, acima de tudo, o uso de padrões universais de dados. A tendência deve passar de produtos individuais para sistemas constituídos por produtos inter ligados, com o objetivo de criar um “sistema de sistemas” que combina vários produtos e serviços.

As estratégias são aplicadas no sentido de que as informações nunca são isoladas, mas sempre interconectadas com diversas fontes de informação (por exemplo, dados públicos, dados operacionais de negócios, dados meteorológicos, dados de máquinas, dados de sensores) (Wolfert *et al.*, 2014; Paraforos *et al.*, 2017 citado por Munz *et al.*, 2020). O objetivo é um aumento na eficiência dos recursos para alcançar a produção de alimentos sustentável, a chamada “intensificação sustentável”, que pode ser baseada num maior desenvolvimento da Agricultura de Precisão (AP) para Agricultura Inteligente (AI) (dos termos ingleses “*precision farming*” e “*smart farming*”, respetivamente) (Balafoutis *et al.*, 2017; Bramley, 2001; Pedersen *et al.*, 2004; Fountas *et al.*, 2005; Zarco-Tejada *et al.*, 2014; Wolfert *et al.*, 2017 citado por Munz *et al.*, 2020)

O conceito de AP é baseado no processamento digital de informações específicas da produção vegetal e animal, baseado numa ampla gama de tecnologias para que possam ser utilizadas como suporte à decisão (Munz *et al.*, 2020). Além disso, a AP envolve a implementação de técnicas e tecnologias que destacam a relevância de integrar princípios ecológicos específicos e procedimentos de gestão da biodiversidade na gestão agropecuária, ao mesmo tempo em que otimiza os fatores para maximizar os rendimentos. Se implementadas corretamente, essas técnicas podem garantir a mitigação da poluição das explorações e a redução do consumo de água, ao mesmo tempo que



reduzem os custos em fatores, reduzem a dependência de fatores externos, maximizam a produtividade e sustentam ou melhoram os serviços do ecossistema (Munack, 2001 citado por Sichonany, 2011); (Loures *et al.*, 2020).

A AI refere-se a uma abordagem baseada no conhecimento em que as máquinas podem, pelo menos, tomar decisões parcialmente autónomas em colaboração com sistemas de gestão. As decisões que as máquinas tomam são baseadas em informações obtidas de forma autónoma e processadas em tempo real. Assim, não importa apenas obter precisão, mas acima de tudo, otimizar processos e antecipar o planeamento usando dados coletados e analisados de forma autónoma (Wolfert *et al.*, 2017 citado por Munz *et al.*, 2020). No entanto, o agricultor tem sempre a possibilidade de tomar medidas corretivas (Bovensiepen *et al.*, 2016; Wolfert *et al.*, 2017 citado por Munz *et al.*, 2020).

Uma análise da literatura por Pivoto *et al.* (2018 citado por Munz *et al.*, 2020) mostrou que China, Estados Unidos da América, Coreia do Sul, Alemanha e Japão publicaram a maioria dos estudos científicos sobre tecnologias de AI. Como esses países tendem a investir mais dinheiro em pesquisa e desenvolvimento, pode ser uma indicação de potenciais futuros líderes de mercado nesta área.

Munz *et al.* (2020) demonstraram ainda a falta de interfaces compatíveis como um dos maiores obstáculos no caminho para a AI. Consideram que, os órgãos políticos devem assumir a responsabilidade de introduzir padrões de dados uniformes e criar incentivos para que a tecnologia agrícola ofereça aplicativos entre fabricantes e plataformas.

Para além destes obstáculos, associam-se as características dinâmicas de natureza biológica e meteorológica que influenciam as culturas, e consequentemente a dinâmica das operações agrícolas (Hu *et al.*, 2020), e ainda a fraca formação dos utilizadores, inibindo a integração dos Sistemas de Gestão de Frota (SGF), que permitem suporte à decisão, ao planeamento, monitorização e coordenação *online* de vários veículos (Sorensen & Bochtis, 2009).

Contudo, a primeira geração do SGF era relativamente simples, resumindo-se a aplicativos de *software* que lidavam com uma série simples de funcionalidades, como componentes de rastreamento de veículos como função base (Crainic & Laporte, 1998; Mele, 2005 citado por Sorensen & Bochtis, 2009). Atualmente, esses sistemas evoluíram para ferramentas completas de gestão empresarial, ligando todas as partes do negócio.

A nova tendência em sistemas eletrônicos dita claramente uma maior sofisticação de gestão em termos de transformar as ferramentas, em ferramentas de planeamento. Em destaque está a gestão de ativos em tempo real com foco na constante localização da frota e a previsão de tarefas planeadas. Especificamente, um grande uso de dados ao momento e comunicações sem fio, fornecem aos produtores informações precisas e essenciais sobre as operações de campo e aumentam a capacidade de garantir soluções ideais (Darr, 2012; Webster, 2011 citado por Al-Aani, 2019), incrementando a inteligência no planeamento ao momento (Maddocks, 2005; Bernard *et al.*, 2008 citado por Sorensen & Bochtis, 2009); (Jalba *et al.*, 2010).

Desenvolver e adotar tecnologias modernas, como sistemas de registo de dados, torna-se crítico no fornecimento de informações precisas sobre o desempenho de máquinas agrícolas e sobre quantidades físicas. Essas medições ajudam os operadores a avaliar, analisar e gerir o desempenho das máquinas em várias condições de campo (Al-Aani, 2019).

A escolha de uma tecnologia ou de uma combinação de tecnologias para apoiar a continuidade dos negócios requer uma avaliação dos riscos potenciais, estimando a probabilidade de perda potencial que pode ocorrer se a tecnologia errada for implementada ou se a tecnologia correta não for implementada de forma correta e eficiente. Ao realizar uma análise de risco operacional, uma organização será capaz de determinar a extensão da vulnerabilidade e o impacto no tempo de inatividade dos negócios que pode vir com a nova tecnologia. Essas informações garantirão que estas tecnologias atinjam o equilíbrio ideal de velocidade de recuperação, valor de dados e custo. Neste sentido, as empresas que alavancam as TIC's, com uma implementação bem-sucedida de um SGF apoiado em GPS, têm vantagens como a melhoria na qualidade das suas informações e na eficiência dos seus processos (Waiyaki, 2013), assumindo vantagens competitivas e diferenciadoras para concorrer no mercado (Sichonany, 2011).

#### 2.1.4. Uso do GPS

O GPS está a tornar-se o sistema de informação mais utilizado em logística (Closs & Xu, 2000 citado por Waiyaki, 2013). Pode ajudar a melhorar as operações de uma organização, mas apenas se for apoiado por todos os gerentes e utilizadores relevantes. Isso deve-se ao facto de que a tecnologia só é útil quando as informações corretas são

inseridas no sistema de maneira oportuna e precisa. Sem um fluxo de informações corretas, torna-se difícil monitorizar as atividades (Waiyaki, 2013).

A tecnologia GPS serve para rastrear veículos, funcionários e ativos de forma eficaz. Usa satélites em órbita, equipados com relógios atômicos, que transmitem sinais de rádio indicando a localização exata dos satélites, a hora e outras informações para permitir a monitorização em tempo real, melhorando muito o desempenho logístico, a eficiência de custos e a satisfação do cliente (Waiyaki, 2013); (Kaivosoja & Linkolehto, 2015).

Segundo Nietermayer (2010 citado por Waiyaki, 2013) o retorno mais rápido deste tipo de investimento centra-se na redução dos custos com:

- Mão-de-obra - melhorando o planeamento do serviço, pela compreensão completa da localização exata de cada veículo, e por determinar as velocidades a que os operadores operam, os custos de combustível e o uso de qualquer veículo da frota durante o expediente e após o expediente; além disso, por ter informações sobre os hábitos de condução dos trabalhadores, bem como as horas reais de trabalho e horas extras, facilita a gestão do pessoal;
- Combustível (10 a 15%) - As empresas poderão ser capazes de evitar custos de combustível configurando as rotas dos motoristas com antecedência, e controlando o tempo de marcha lenta do motor. Permitindo ainda cumprir as regulamentações governamentais (Nietermayer, 2010: 2), não apenas por reduzir os custos de combustível, mas também reduzindo as despesas de reparações e manutenção;
- Recuperação de veículos motorizados roubados - sistemas GPS possuem alertas que podem ser definidos para cada veículo da frota. Incluindo horas de operação normal, horas de inatividade e alertas fora da zona. Caso um veículo seja roubado, os utilizadores podem ser notificados, e receber atualizações da localização.

Carballido *et al.* (2014), afirmam que a localização de frota no setor agro-florestal pode fornecer uma série de benefícios, incluindo: 1) redução da contaminação ambiental por aplicações excessivas de agroquímicos, adotando técnicas de aplicação específicas no local baseadas no GNSS; 2) aumentar os rendimentos através da otimização do local - níveis específicos de aplicação de fatores e 3) redução da necessidade de trabalhadores agrícolas qualificados para realizar tarefas agrícolas.

No entanto, existem certas limitações, devido à forma como o GPS calcula a localização. O recetor GPS requer a receção imperturbada de sinais de satélites para fornecer leituras. Assim, as medições de GPS podem ser influenciadas por erros introduzidos no satélite onde o sinal é gerado e transmitido. Também podem ser causados quando o sinal viaja do satélite para o recetor do utilizador, uma vez que os sinais de satélite não são capazes de penetrar em objetos sólidos ou densos, como vegetação. Nessas circunstâncias, o sinal é perdido porque o dispositivo GPS não é capaz de fixar uma posição, resultando na falta de pontos em certos percursos. E ainda podem ocorrer erros quando as medições são feitas no recetor (Stopher, 2004 citado por Waiyaki, 2013).

Os novos receptores GPS que estão disponíveis para operação agrícola combinam vários GNSS (GLONASS, Galileo e Beidou, além do GPS) para fornecer melhor precisão. Essa melhoria evita problemas e aumenta de um modo geral o desempenho e a robustez da navegação por satélite, tornando possível obter uma melhor posição fixa (Castillo-Ruiz *et al.*, 2015).

#### 2.1.4.1. Qualidade e precisão do posicionamento

A qualidade do posicionamento depende da constelação de satélites GNSS disponíveis e sua variação, e da qualidade dos sinais de diferentes satélites. Para muitos propósitos, a precisão e confiabilidade do posicionamento GNSS autónomo não é suficiente (Kaivosoja & Linkolehto, 2015). Nas implementações atuais, a precisão de posicionamento é de cerca de 5 metros, mas pode ser aumentada até 2 metros caso se exija um posicionamento mais preciso (Jalba *et al.*, 2010). Os sistemas de correção do posicionamento GNSS e possíveis sistemas de medição de suporte variam muito, e por isso a escolha geralmente deve ser um equilíbrio entre as despesas do sistema e os níveis esperados de precisão e eficiência deste (Kaivosoja & Linkolehto, 2015).

Com o aparecimento das múltiplas constelações e também graças aos desenvolvimentos nos sistemas de satélite e receptor, surgem novas técnicas baseadas em Cinemática em Tempo Real (do inglês *Real Time Kinematic*) (RTK). Dependem da comunicação sem fio entre uma estação base estacionária, localizada num raio de 10 quilómetros a tempo inteiro, e um rover móvel, normalmente ligado à máquina agrícola (Dong *et al.*, 2011; Koo *et al.*, 2017 citado por Valente *et al.*, 2019); (Perez-Ruiz *et al.*, 2011); (Dabove, 2019).

O erro de posicionamento que ocorre na estação base GNSS é igual ao que afeta o GNSS do rover. Assim, uma posição de rover altamente precisa pode ser obtida transmitindo em tempo real o erro de posicionamento da estação base para o rover. Num RTK-GNSS, para obter uma solução “fixa”, com exatidão e precisão de nível centimétrico, precisam estar acessíveis pelo menos cinco satélites para a estação base e rover simultaneamente. Uma solução “flutuante”, com um erro de nível submétrico, requer acesso a pelo menos quatro satélites (Dabove & Manzino, 2017 citado por Valente *et al.*, 2019)

Atualmente, o aumento de precisão de localização permitida do nível submétrico para o nível centimétrico, podendo chegar a precisões na ordem dos 25 milímetros (Leer & Lowenberg-DeBoer, 2004 citado por Perez-Ruiz *et al.*, 2011), pode permitir aumentar a precisão da aplicação de produtos químicos em faixas estreitas em culturas em linha, ou a mobilização junto à linha da planta, ou ainda a adoção de velocidades maiores com risco reduzido de danos à cultura, associados a erros de condução do operador (Abidine *et al.*, 2004 citado por Perez-Ruiz *et al.*, 2011). Esta utilização permite o uso mais eficiente dos equipamentos agrícolas na maior parte das operações agrícolas e durante todo o ano (Pedersen *et al.*, 2006 citado por Perez-Ruiz *et al.*, 2011), bem como a possibilidade destes equipamentos serem utilizados por operadores menos qualificados (Lindores, 2007 citado por Perez-Ruiz *et al.*, 2011). Aumentos de até 15% na velocidade do trator e capacidade de campo podem justificar o custo adicional dos sistemas RTK-GNSS, sendo que o benefício total desta tecnologia, provavelmente, só será totalmente alcançado quando todas as operações de campo do itinerário cultural forem apoiadas por sistemas GNSS (Perez-Ruiz *et al.*, 2011).

É imperativo que os custos dos sistemas RTK-GNSS sejam reduzidos significativamente (Mousazadeh, 2013 citado por Valente *et al.*, 2019), pelo que, algumas empresas de serviços GNSS e instituições governamentais já trabalham para mitigar esse desafio desenvolvendo uma rede de estações base, que forneça acesso ao sinal de correção RTK numa ampla região geográfica via rede móvel ou *modem* de rádio (Mesas & Torrecillas, 2007 citado por Perez-Ruiz *et al.*, 2011) (Carballido *et al.*, 2014). No futuro, esta rede pode fornecer cobertura a todos os agricultores com receptores RTK-GNSS, eliminando a necessidade de várias estações base em cada exploração ou parcela (Perez-Ruiz *et al.*, 2011).

Vários pesquisadores têm defendido técnicas de Posicionamento de Ponto Preciso (PPP) como uma alternativa ao RTK com referência em estação-base. Com a técnica PPP, o posicionamento GNSS é executado usando informações precisas da órbita do satélite e do relógio, ao invés de correções de uma ou mais estações-base de referência. As soluções PPP publicadas normalmente fornecem precisões de posição melhores que 10 cm horizontalmente, sendo a principal desvantagem o tempo de convergência relativamente lento necessário para atingir estas precisões de posição cinemática. Estes tempos são normalmente na ordem de várias dezenas de minutos, mas ocasionalmente a convergência pode levar algumas horas, dependendo da geometria do satélite e das condições atmosféricas prevalentes. O longo tempo de inicialização é um fator limitante ao considerar o PPP como uma solução prática para sistemas de posicionamento que dependem de produtividade e disponibilidade. O sucesso comercial das soluções PPP publicadas para aplicações de alta precisão foi limitado pela baixa produtividade em comparação aos métodos RTK estabelecidos (Leandro et al., 2011).

Entretanto foi lançado um produto de posicionamento em tempo real, alegando preencher a lacuna entre RTK-PPP em tempo real e Rede RTK-GNSS (Carballido et al., 2014). Reúne as vantagens de ambos os tipos de soluções, ou seja, técnicas de posicionamento que dispensam estações-base de referência locais e proporcionam a alta produtividade e precisão dos sistemas de posicionamento RTK, baseados em estações de referência com a área de cobertura estendida de soluções baseadas em correções globais de satélite. É aplicável a constelações multi-GNSS, e a implantação deste sistema apresenta inovações no processamento de rede GNSS, bem como avanços nos algoritmos de posicionamento global do rover. (Leandro et al., 2011). O resultado desta nova tecnologia é o serviço de posicionamento Tempo Real Estendido (do inglês “*Real Time Extended*”) (RTX), que fornece precisão de nível centimétrica em tempo real sem a necessidade de equipamentos adicionais, como rádios e antenas ou o uso direto de uma infraestrutura de estação-base de referência (Carballido et al., 2014); (Leandro et al., 2011).

O sistema RTX funciona com base em informações precisas de satélite, que são geradas em centros de processamento e compactadas e transmitidas numa mensagem via internet aos utilizadores. As informações precisas empregadas pelos sistemas incluem órbitas de satélite, relógios de satélite, polarização de satélite e outras informações auxiliares (Leandro et al., 2011).

No geral, os sistemas precisos de rastreamento de veículos, são considerados essenciais para alcançar a eficiência da operação mecanizada. Na agricultura, o uso de um sistema de posicionamento por satélite para determinar a posição da máquina em tempo real é uma realidade. Estes sistemas podem evitar viagens de longas distâncias para estar no local durante as operações, podendo reduzir o tempo e o custo das operações (Castillo-Ruiz *et al.*, 2015).

## 2.2. Sistemas de Telemetria

Para realizar a transmissão de dados, que é entendida como o transporte da informação de um lugar para outro, usando TIC's, podem ser usados os sistemas de telemetria (Sichonany, 2011).

Pela origem do termo, telemetria significa medição à distância, consistindo em agrupar medidas de velocidade e posição geográfica, temperatura, humidade relativa, pressão do óleo, leituras de sistema de alarme do veículo, consumo de combustível, nível de combustível no depósito, ou dados de identificação do motorista, numa estrutura que possa ser transmitida num fluxo de dados à distância (Jacto Agrícola, 2017); (Sichonany, 2011); (Jalba *et al.*, 2010); (Al-Aani, 2019); (Cousins, 2016). Considera-se então, como a transferência e utilização de dados provenientes de múltiplas máquinas remotas, em tempo real, distribuídas numa área geográfica de forma pré-determinada, para sua monitorização, medição e controlo (Paula, 2007 citado por Sichonany, 2011) permitindo uma comunicação instantânea, (BONDE, 2009 citado por Sichonany *et al.*, 2012), e a conclusão das operações de trabalho de campo o mais rápido possível (Seyyedhasani & Dvorak, 2018).

A máquina agrícola pode ser equipada com uma variedade de máquinas operadoras diferentes, e podem ser munidos com uma variedade de sensores, atuadores e outras ferramentas para monitorizar os vários estados do conjunto, durante a execução das várias operações culturais possíveis (Schmidt, 2012).

Usando o GPS, e tecnologias móveis como Serviço de Rádio de Pacote Geral (do inglês “General Packet Radio Service”) (GPRS) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), juntamente com soluções avançadas de internet, as informações específicas em termos de localização instantânea e rastreabilidade recolhidas, são fornecidas via internet,

através do *modem* Sistema Global para Comunicações Móveis (do inglês “Global System for Mobile communications”) (GSM), a um servidor (Waiyaki, 2013); (Jalba *et al.*, 2010).

Têm-se encontrado na literatura com frequência os SIG, que são sistemas computacionais capazes de capturar, armazenar, consultar, manipular, analisar e imprimir dados referenciados especialmente em relação à superfície da Terra (Ribeiro Jr, 2007 citado por Sichonany, 2011). Uma das utilizações do georreferenciamento é a ideia de aplicar em áreas extensas, o que os pequenos agricultores sempre fizeram, ou seja, tratar as diferenças existentes dentro de uma parcela agregando o conhecimento acumulado pelas ciências agrárias. Tais procedimentos possibilitam que os produtores rurais possam identificar as áreas de altas e baixas produtividades e possam administrar essas diferenças com maior detalhe (Murakami, 2006 citado por Sichonany, 2011).

Uma vez armazenadas no banco de dados central, todas as informações são usadas pela camada de aplicativo de *software* para exibir e monitorizar os parâmetros operacionais dos veículos, gerar relatórios e transferir os dados relevantes para um SGF ou sistemas de manutenção (Jalba *et al.*, 2010).

As soluções de telemetria são ferramentas úteis para redução dos custos provenientes de práticas ineficientes de monitorização manual de máquinas ou para se evitar perdas provenientes da má utilização de algum equipamento (Sichonany, 2011). O sistema pode aumentar a produtividade e gerar uma redução de custos de 3% a 15% (Jacto Agrícola, 2017). Pode ser parte integrante de uma solução de TIC mais ampla que auxilia as empresas a analisarem o mercado, a servirem os seus clientes e a oferecerem novos produtos ou serviços.

Os sistemas de telemetria possuem os seguintes componentes (Júnior, 2009 citado por Sichonany, 2011); (Waiyaki, 2013): equipamento telemático de bordo, Interface de Aplicação, Base de Comunicação e Centro de Controlo e Comando (CCC).

### 2.2.1. Equipamento telemático de bordo

A função de aquisição de dados é realizada pelo dispositivo de localização de veículos (AVL) que se encontra bordo. Este módulo AVL compõe-se por (Jalba *et al.*, 2010):

- Recetor GPS;
- Chip de *modem* GSM / GPRS;



- Placa do microcontrolador;
- Memória interna;
- Segundo Schmidt (2012) pode também incluir uma unidade de controlo electrónico (ECU).

Consiste num conjunto de dispositivos microeletrónicos que são responsáveis por processar todos os dados recebidos tanto pelos satélites de posicionamento quanto pelos sensores de bordo (Waiyaki, 2013). O tipo e a localização dos sensores podem variar de acordo com o tipo de máquina e/ou máquina operadora agrícola. Podem ser sensores mecânicos ou elétricos, bem como conjuntos ou módulos eletrónicos, que medem a altura de trabalho da máquina operadora, velocidade da máquina ou estado de ignição (Schmidt, 2012). Com base no sinal GPS, o módulo calcula a sua localização e parâmetros de movimentação do veículo. Em seguida, a placa do microcontrolador, coordena a coleta de dados do recetor GPS e das entradas analógicas e digitais dos sensores de bordo, lida com a conjunção destes dados formando os dados brutos, e transmite-os, comandando um *modem* GSM, que os envia pela rede móvel sem fios para a estação de monitorização (Jalba et al., 2010), possibilitando a medição de uma série de parâmetros (BONDE, 2009 citado por Sichonany et al., 2012).

O módulo possui parâmetros programáveis, como:

- Número do centro de mensagens da operadora móvel;
- Configuração de entradas e saídas digitais e analógicas;
- Configuração GPRS e endereço IP do servidor coletor – com o qual faz o fluxo de dados;
- Números de telefone para alertas de serviços de mensagens curtas (SMS);
- Parâmetros de gravação de dados (frequência de gravação).

Todos os parâmetros do módulo AVL podem ser programados localmente, por meio de uma conexão de porta serial. Alguns parâmetros podem ser alterados remotamente, depois de o módulo estar instalado e a funcionar. O *firmware* também pode ser atualizado local ou remotamente. A frequência de registro é selecionada a fim de otimizar a quantidade de dados enviados para a camada de *software*, ao mesmo tempo que mantém o controlo dos custos de transmissão de dados por meio de GPRS. No momento, usam-se os seguintes parâmetros de transmissão: intervalos de registro

definidos para 10 minutos (enquanto não se move) ou 300 metros (enquanto se move) (Jalba *et al.*, 2010).

O módulo pode ser configurado para receber dados de uma pluralidade de sensores, ou da unidade de controlo eletrónico (ECU) sobre o estado de trabalho de um aparelho. Como por exemplo, sensores posicionados e configurados para fornecer informações associadas ao estado de uma tomada de força (PTO) na máquina agrícola (Schmidt, 2012).

Alguns pesquisadores identificaram que um avanço progressivo foi desenvolvido em sistemas de aquisição de dados, por terem um papel crucial na medição e visualização de informações de veículos agrícolas (Al-Aani, 2019). Neste sentido, o AVL requer uma porta de comunicação com a máquina, e pode ser configurado para receber dados diretamente de vários sensores ou sistemas, sendo a interação entre os vários aparelhos e componentes da máquina fornecida ao AVL num formato compatível, devido ao barramento de rede de área do controlador (do inglês “ Controller Area Network “) (CAN bus) (Schmidt, 2012).

CAN foi desenvolvido em 1986, pela empresa de Robert Bosch GmbH em conjunto com a Mercedes Benz Inc., para redes de dados em veículos automotrizes. “Rede de área do controlador” significa que os microcontroladores de ECU’s, módulos e sensores são conectados em tempo real, a um cabo comum da rede principal, usam uma topologia de barramento e trocam informações entre si através da transmissão de mensagens (Al-Aani, 2019).

Em vez de as mensagens serem transmitidas de um módulo para outro, todas as unidades da rede se comunicam entre si. Incluem-se mensagens de arbitragem bit a bit que são arbitradas por meio do controlador integrado de prioridade ECU. Esta estrutura de arbitragem no sistema de ligação permite que mensagens de alta prioridade sejam transmitidas antes das mensagens de baixa prioridade, evitando atrasos (Pfeiffer *et al.*, 2008; Etschberger, 2001 citado por Al-Aani, 2019).

Por não haver nenhum controlador mestre que supervisione o barramento, mas sim, uma única linha de dados que é utilizada para tratar todas as comunicações, se um módulo falhar, não afetará nenhum outro, nem afetará a funcionalidade do barramento principal. Esta topologia garante uma conexão mais robusta e uma redução de falhas,

tornando mais fácil monitorizar e diagnosticar problemas específicos, sem ter que consultar manualmente vários sub-controladores distribuídos por todo o sistema (Al-Aani, 2019).

A International Standard Organization (ISO) e a Society of Automotive Engineering (SAE) trabalharam em conjunto para criar alguns protocolos para facilitar as comunicações do sistema. Esses padrões internacionais são categorizados para implementação de alta velocidade (ISO 11898), implementações de baixa velocidade (ISO 11519) e J1939 para protocolos baseados em CAN. Em 1993, SAE J1939 foi abrangida pela camada física desta tecnologia para mensagens de máquinas agrícolas e florestais, e oferece um método padronizado para comunicação entre ECU's. Cria um conjunto uniforme de mensagens comuns, permitindo uma abordagem modular e ferramentas padrão para registro e decodificação entre os fabricantes. A determinação das ferramentas de coleta de dados ideais entre essas opções depende do tamanho do arquivo e da conversibilidade do sinal (Al-Aani, 2019).

No SAE J1939, os dados brutos do CAN, que vêm em formato hexadecimal, são formatados em unidades de engenharia física que retratam as informações úteis nas quais os operadores humanos estão interessados e conseguem compreender. Noutras palavras, o uso do banco de dados SAE J1939 permite que a comunidade científica aceda facilmente a parâmetros operacionais da máquina importantes que ajudam a aumentar a confiança nas decisões de pesquisa e gestão (Pfeiffer *et al.*, 2008 citado por Al-Aani, 2019).

O objetivo da camada física é transmitir os bits de um módulo para outro por meio de dois pares de fios. Além disso, a camada física é responsável pela temporização, codificação e sincronização de bits. Se houver mais de uma mensagem transmitida entre as estações e houver colisão entre os dois estados mencionados, o estado dominante deverá ocorrer no barramento. A prioridade mais alta é acompanhada pelo número mais baixo (Al-Aani, 2019).

Portanto, o CAN Bus é usado para protocolos de comunicação de alto nível, sendo amplamente usados em máquinas agrícolas, que possuem entre 12 a 20 ECU's a compartilhar dados. Além disso, o CAN Bus permite a troca de sinais de controlo em tempo real, permitindo que o operador amplie sua compreensão do desempenho da máquina (Darr, 2012; Pitla *et al.*, 2014 citado por Al-Aani, 2019).

Os sistemas CAN Bus são identificados como um importante fator de contribuição para as operações agrícolas por fornecerem aos gestores dados precisos e sucintos, dando-lhes a capacidade de integrar e gerir o desempenho operacional das máquinas agrícolas, bem como melhorar os processos de produção. A rede CAN tem sido amplamente utilizada na automação industrial e abordagem de comunicação em tempo real a um custo mais baixo (Al-Aani, 2019).

### 2.2.2. Interface de Aplicação

É fundamental que os dispositivos e sistemas possam receber e enviar informações, mas também que as entendam. Os especialistas da Associação da Indústria Europeia de Máquinas Agrícolas (CEMA) concluíram que a solução mais lógica e adequada são Interfaces de programas de aplicação (API) (do inglês “*Application Program Interfaces*”) customizadas para cada serviço. Não pede uma alteração das plataformas de serviço em nuvem existentes, apenas adiciona uma interface para troca de dados com o mundo exterior. Essa camada de serviço API padronizada ajudará a permitir o acesso a dados de máquina de boa qualidade por terceiros quando houver consentimento do proprietário dos direitos de dados. O máximo de liberdade de inovação deve ser mantido no nível da plataforma de dados (CEMA, 2020).

A tecnologia fornece meios de comunicação, mas também de semântica. O modelo de informação é um recurso embutido nesta tecnologia, que permite um acesso mais fácil aos dados relevantes. A segurança é outro recurso incorporado nessa tecnologia, que incorpora autenticação com nome de utilizador/senha ou certificado/chave privada com certificados. A autorização pode ser definida no servidor para suportar vários casos de uso, para diferentes direitos de acesso - por exemplo, nos níveis fabricante, concessionário e cliente. Sem qualquer modelo de informação, os dados são normalmente apresentados como uma lista de variáveis sem qualquer estrutura. Este tipo de abordagem torna difícil para os desenvolvedores de integração encontrar as variáveis apropriadas em diferentes servidores, por exemplo, com base nas suas unidades ou com base nas suas propriedades (Sichonany, 2011).

### 2.2.3. Base de comunicação

Há várias tecnologias de comunicação que podem ser utilizados em sistemas de telemetria, como microondas, rádio privado, rede móvel, e satélites. Cada uma delas

pode ser apropriada para diferentes aplicações de telemetria, dependendo da procura da aplicação sobre a rede. As procuras dão-se em função da cobertura, tempo e resposta da transmissão, preço dos serviços e dos equipamentos, capacidade de integração e a experiência e envolvimento das operadoras de rede com as aplicações de telemetria (Sichonany, 2011).

As telecomunicações sem fio são possíveis graças aos canais de comunicação, que não são mais do que faixas de frequência dentro do espectro radioelétrico, e é o espaço livre que serve como meio de transmissão de dados do repositório de dados no trator (datalogger) para o servidor do banco de dados, sendo sempre necessários radios transmissores e modems, independentemente do meio de transmissão escolhido para o envio de informações (Sichonany, 2011); (Sichonany *et al.*, 2012).

A rede de móvel, também conhecida como tecnologia Global System for Mobile communications (GSM), promove toda a infraestrutura para oferecer o serviço de transmissão de dados com maior ou menor taxa de transmissão nos mais diversos lugares, inclusive os de difícil acesso. O protocolo General Packet Radio Service (GPRS) é uma tecnologia de dados disponível em redes GSM, cuja taxa de transmissão de dados típica é de 26 a 40kbps s<sup>-1</sup> (Sichonany *et al.*, 2012).

Segundo Castillo-Ruiz *et al.* (2015), as vantagens da transmissão de dados de operação de campo agrícola através do sistema GSM e SMS são:

1. Solução de energia simples;
2. Cobertura de uma ampla gama de áreas;
3. Manutenção dos dados do utilizador no centro de serviço GSM por 24 horas se o servidor estiver fora de serviço;
4. Transmissão em grupo facilmente habilitada para enviar alertas em tempo real de quaisquer dispositivos disfuncionais para atenção imediata.

#### 2.2.4. Centro de controlo e comando

Este é o ponto central que recebe os dados transmitidos pelos sensores (Sichonany, 2011). Consiste em plataformas onde se gerem todos os dados que são transmitidos pelos equipamentos de bordo. Permitem saber, em tempo real, a posição de cada veículo e coletar todas as informações necessárias quanto ao cumprimento de cada cronograma de operação (Waiyaki, 2013).

Os desafios são transformar dados em informações e conhecimentos que poderão ser utilizados para tomada de decisões. Para tal, torna-se necessário um grande número de informações que só será possível com os avanços obtidos no processamento computacional. O uso das TIC pode ser traduzido em ganhos de produtividade, por permitir a intensificação da comunicação, maior capacidade de coordenação, facilidade de monitorizar e manter o processo sob controlo por meio de um fluxo de informações permanente e atualizado, (Sichonany, 2011).

Sichonany (2011) mostrou que a informática faz-se presente por meio de *software's* necessários para a administração da transmissão de dados obtidos com a máquina em operação no campo e na criação de programas computacionais que permitam o controlo e monitorização desses dados. Nos *software's* de gestão apresentados, a captura das informações relativas às operações agrícolas e às máquinas dá-se pelo preenchimento de folhas de cálculo. Assim, os benefícios proporcionados estão condicionados à fidelidade desse preenchimento com os dados que alimentarão a base de dados. Quando esses dados não forem inseridos de maneira precisa, o sistema emitirá respostas falsas e não fidedignas. Além do comprometimento no uso de dados precisos, existem algumas barreiras para a sua adoção, como a dificuldade operacional. Segundo estudos feitos por Murakami (2006 citado por Sichonany, 2011), a maioria dos *software's* disponibilizados para os produtores agrícolas ainda pecam em requisitos básicos como falta de interface simples que permita adaptações para diferentes perfis de utilizadores, métodos automatizados de processamento e facilidades de uso, suporte à integração e interoperabilidade com outros pacotes de *software* e o alto custo.

Nestas plataformas, pode ser gerado um relatório de desempenho para uma pluralidade de máquinas e fornecido a um gestor de frota em tempo real ou posteriormente, expresso numa variedade de formatos, incluindo, mas não se limitando a textos, gráficos ou imagens. Por exemplo, as imagens que representam o estado da máquina num determinado momento e/ou local podem ser sobrepostas a um mapa do campo que está a ser trabalhado pela máquina e exibidas num dispositivo de exibição, como um monitor de computador, tela de smartphone ou outro dispositivo acessível ao gestor de frota, operador de máquina ou outra parte interessada (Schmidt, 2012). Esse relatório da máquina pode ser fornecido por SMS para um dispositivo de telemóvel ou dispositivo habilitado para aceder à internet, por texto numa mensagem por *e-mail*, ou por um arquivo de texto descarregado para um computador (Schmidt, 2012); (Cousins, 2016).

O relatório de desempenho pode fornecer um indicador de estado atual das máquinas, permitindo que o gestor saiba rapidamente se alguma delas assume um estado inesperado (Schmidt, 2012).

Quanto ao estado da máquina, pode ser designado como DESLIGADO/ESTACIONADO, até que a ignição do motor seja detetada. Quando o motor está LIGADO, mas não está em movimento, o estado pode ser designado como OCIOSO. Se o motor estiver LIGADO e a máquina estiver em movimento numa direção geralmente constante com um máquina operadora engatada e ativa e a PTO estiver ligada, o estado da máquina pode ser designado como TRABALHANDO. É concebível que uma máquina, como um trator, possa ser equipada com uma máquina operadora, mas esta não esteja em uso, num determinado momento. Por conseguinte, é necessário determinar se está engatada e a operar, sabendo se a PTO está ligada para lhe fornecer energia, através de um sensor instalado na PTO, ou em alternativa, a ECU pode fornecer informações sobre o estado da PTO. No entanto, algumas máquinas operadoras podem ser operadas sem recurso à PTO, de modo que o estado LIGADO/DESLIGADO desta, por si só, pode não ser suficiente para determinar o estado da máquina operadora. Nestes casos, os dados do rumo do trator podem ser usados, determinando se está em movimento numa direção geralmente constante ou está a mudar de direção a uma taxa acima de um limite predeterminado, significando que está a realizar uma volta de cabeceira. Sabendo que as máquinas agrícolas geralmente atravessam o campo rumo a uma primeira direção e, em seguida, realizam uma volta na cabeceira, essencialmente uma volta de 180 °, para continuar através do campo na direção oposta, predetermina-se um limite para mudança de rumo e/ou taxa de mudança no rumo, de modo que uma mudança na direção maior do que esse limite possa indicar a execução uma volta na cabeceira (Schmidt, 2012). Quando o trator está em movimento, mas uma máquina operadora está ausente ou não engatada, e a PTO não está ligada, o estado do trator pode ser designado como DESLOCAÇÃO. (Schmidt, 2012).

O relatório gerado pode ser configurado para conter dados sobre o estado de várias máquinas agrícolas, armazenado no banco de dados, tendo por base um módulo de determinação de desempenho, para determinar a quantidade de tempo ou percentagem de tempo gasto pelas máquinas em cada estado durante um período de tempo predeterminado. Este período podem ser as 24 horas mais recentes para o qual os dados do aparelho estão disponíveis, ou outro selecionado por um utilizador (Schmidt, 2012).

Ao serem fornecidos indicadores de desempenho da máquina, uma pluralidade de parâmetros pode ser considerada de alta prioridade e uma falha em satisfazer um desses parâmetros pode resultar no aparecimento de um símbolo de alarme num marcador de desempenho. Torna possível que um gestor de frota receba um aviso de alarme solicitando que verifique o indicador de desempenho aferindo que tipo de problema pode estar a ocorrer. Em resposta, o gestor pode considerar se é necessário fazer ajustes na própria máquina e/ou na administração e alocação dos recursos da frota, bem como notificar o operador da máquina e alertá-lo sobre a situação, ou o sistema pode ser configurado para contactar automaticamente a máquina associada indicando uma pontuação de desempenho negativa. Assim, deteta e identifica rapidamente uma máquina e/ou operador cujo desempenho difere do de outras máquinas no PMA. (Schmidt, 2012).

King (2011 citado por Waiyaki, 2013) indica que o retorno mais rápido deste tipo de investimento centra-se na redução dos custos com consumo de combustível e manutenção e reparação de veículos. A gestão ao momento do cronograma de manutenção garante que os serviços de rotina, como mudanças de óleo, nunca sejam perdidos. O resultado é uma frota com melhor manutenção e, portanto, mais eficiente em termos de combustível. É possível conectar muitos dos sistemas e, se ocorrer algum problema em operação, gerar imediatamente uma notificação, reduzindo a probabilidade de danos maiores no veículo.

### 2.2.5. Implementações de telemetria em sistemas agrícolas

A John Deere indica que por ser necessário manter as máquinas a trabalhar, aconteça o que acontecer, é essencial manter as distâncias no auxílio aos operadores agrícolas através de ferramentas tecnológicas assentes na telemática. Por isso as suas máquinas podem estar ligadas à tecnologia *Connected Support*. É muito popular nos Estados Unidos da América, e as adesões têm aumentado, principalmente motivadas pela crise sanitária. Os técnicos da marca descrevem que é necessário ter instalado nas máquinas o sistema de *hardware* de telemática, com a função de transmitir dados enquanto há operações em curso. Depois de o cliente ter dado o seu consentimento a este tipo de comunicação, gera alertas aos peritos que se encontram nos concessionários. Com uma ligação telefónica, o operador da máquina é alertado para algo que pode estar a acontecer, seja uma peça que está a falhar, ou alguma afinação que não está correta. Assim, o serviço, para além de prever falhas, pode gerir as máquinas em campo e realizar afinações e



configurações dos instrumentos otimizando o rendimento de cada operação. Em último caso, e para que a máquina não tenha que interromper o seu trabalho, é encomendada a peça necessária, que é levada o mais rápido possível ao terreno para sua substituição (Abolsamia, 2020).

A Case IH trabalhou com mais de 220 produtores para desenvolver e aprimorar o *FMS Advanced Farming Systems (AFS) Connect*. Por meio de soluções integradas que conectam exploração, frota e dados, o Case IH AFS Connect ajuda a otimizar o tempo, disponibilizando informações que auxiliem a tomada de decisões agronômicas. Com este sistema, os utilizadores podem monitorizar remotamente as operações usando o portal. Obtêm uma visão panorâmica dos campos, prescrições e dados agronômicos, localizam equipamentos e monitorizam o desempenho de cada máquina. Os gestores podem fornecer aos operadores as informações de campo necessárias para que o equipamento funcione com o desempenho ideal. Os dados de configuração de campo, como linhas de orientação, limites e prescrições, podem ser compartilhados com vários equipamentos simultaneamente para economia de tempo e facilidade de uso. As notificações de parâmetros do equipamento podem ser configuradas para rastrear e receber dados do equipamento móvel, informando os produtores sobre a velocidade da máquina, temperatura do líquido de refrigeração e mais por meio de alertas de texto personalizáveis se uma máquina operar fora de um valor predefinido. Caso surjam problemas, os gestores podem planejar e executar proativamente a manutenção dos veículos conectados (Claver, 2019).

Os novos tratores das séries Case IH Quadtrac e Steiger AFS Connect apresentam esta tecnologia que facilita a gravação e transferência de dados para a agricultura moderna em grande escala. Ao desenvolver a tecnologia AFS Connect incorporada nos novos tratores, a Case IH diz que se concentrou em garantir que possa ajudar a aumentar a produtividade. O AFS Connect permite a transferência bidirecional de dados entre a máquina e o computador do escritório da exploração. Com a transferência segura de dados de e para o portal *online* por meio da nuvem, os utilizadores podem fazer login no AFS Connect para visualizar as operações de campo a decorrer, informações da frota, dados agronômicos e outros, como se estivessem na cabine. Proprietários e gerentes também podem optar por compartilhar dados agronômicos selecionados com terceiros. A conectividade adicionada também fornece mais recursos de suporte destinados a reduzir o tempo de inatividade e manter os operadores a operar em campo. A

visualização remota do ecrã a bordo, permite ao gestor visualizar exatamente o que o operador está a ver na cabine para identificação do problema. Os concessionários também podem carregar atualizações de *software* remotamente e usar o suporte de serviço remoto para identificar remotamente as necessidades de manutenção e serviço sem a necessidade de visitar a máquina (Claver, 2020).

A Jacto Agrícola (2017) destaca que, por meio dos sistemas de telemetria é possível gerir o percurso utilizado pelos veículos, o consumo de combustível, a temperatura, e a rotação do motor do equipamento. A telemetria pode ainda ser utilizada para monitorizar a uniformidade da aplicação do fator de produção, a área sobreposta, as condições climáticas no momento da pulverização, a velocidade de deslocação e de aplicação e mapas de horários em que o processo foi realizado.

Surge ainda NEXT Machine Management, que é uma base digital comum desenvolvida pela FarmFacts, em cooperação com os fabricantes de máquinas AGCO, Krone, Kuhn, Lemken, Rauch e Pöttinger, com o intuito de permitir a compatibilidade entre máquinas e equipamentos de diferentes fabricantes. Aumentará a aceitação de soluções digitais entre os agricultores, por contornar a falta de compatibilidade entre tecnologia e *software*, bem como a falta de padrões (Claver, 2019, a). Foi recentemente aprimorada com uma ferramenta de telemetria, que permite a documentação automática e transferência de dados armazenados no FMIS apoiado na nuvem NEXT Farming LIVE, entre máquinas de diferentes marcas. Permite que os gestores monitorizem os locais onde as máquinas estão a ser utilizadas e obtenham ao momento os dados destas. Isso facilita a alocação de máquinas para os trabalhos, e por consequência toda a frota pode ser utilizada com mais eficiência.

Algumas melhorias também foram feitas na solução de *software* existente. Os agricultores podem planear o trabalho de campo no escritório e, em seguida, transferir as informações para o terminal das máquinas, independentemente do seu fabricante, tipo ou localização. Um destaque particular é a capacidade de transmitir linhas de orientação ou mapas de prescrição para máquinas com sistemas de direção GPS para que os campos possam ser trabalhados especificamente no local. Posteriormente, podem-se usar os dados recebidos da máquina para documentar automaticamente o trabalho que foi realizado no campo e criar relatórios extensos exigidos por lei sobre as medidas implementadas em campo. Os dados, como localização e tempo, e parâmetros como

velocidade de viagem, consumo de combustível e quantidades aplicadas (por exemplo, fertilizantes ou produtos de tratamento de culturas) são automaticamente capturados e documentados na conta NEXT Farming LIVE do agricultor. FarmFacts diz que os dados pertencem exclusivamente ao proprietário da conta e todas as transferências de dados são criptografadas, aplicando-se as leis de privacidade alemãs. Nenhum dado é compartilhado com terceiros sem o consentimento do proprietário (Claver, 2020, a).

#### 2.2.6. Compartilhamento de dados de máquinas agrícolas

Para aproveitar todos os benefícios potenciais da coleta e troca de dados possibilitada pela agricultura digital, o compartilhamento de dados entre as diferentes partes interessadas deve ser fácil, protegido e automatizado, e conduzido de acordo com regras justas e transparentes (CEMA Home page, 2020). Embora seja possibilitada uma comunicação entre plataformas digitais automática, existem algumas barreiras técnicas que têm de ser eliminadas (CEMA, 2020); (Oksanen *et al.*, 2016).

Segundo Oksanen *et al.* (2016), em primeiro lugar, os dados devem ser formatados de forma que tenham alguma representação comum. No caso de vários dispositivos que coletam vários parâmetros com alta frequência, o conjunto de dados coletados no servidor da Internet fica tão grande que são necessárias ferramentas analíticas modernas para lidar com esse *big data*.

A categorização e filtragem de dados tornam-se essenciais para obter um conjunto viável de dados de valor. Por um processo padronizado de alinhamento e harmonização de dados de sistemas internos de coleta de informações, os dados com valor podem ser recuperados (chamados de "dados de valor") para posterior compartilhamento. Limitando a troca de dados a "dados de valor", os recursos necessários são reduzidos para fazer o mapeamento de dados e construir uma arquitetura de alto nível, permitindo a troca fácil de dados entre plataformas e o uso de dados externos em plataformas de serviço em nuvem em geral e em todos os lugares (CEMA, 2020).

A camada de serviço API padronizada ajudará a permitir o acesso a dados de máquina de boa qualidade por terceiros quando houver consentimento do proprietário dos direitos de dados. O máximo de liberdade de inovação deve ser mantido no nível da plataforma de dados. Isto permite um sistema completo de abordagem de sistemas em que um agricultor pode obter todas as informações e todos os serviços num ponto

central, como o sistema de gestão da exploração. Para originadores de dados como agricultores, o FMIS será a ferramenta digital para ter uma visão geral de todos os conjuntos de dados e possíveis plataformas de serviço em nuvem. O objetivo é dar ao agricultor a liberdade de escolha, fornecendo os meios técnicos (CEMA, 2020).

A segunda preocupação prende-se com a tecnologia de comunicação, mais concretamente, qual o meio físico utilizado para transferir os dados do dispositivo móvel para a Internet. Presentemente, as redes móveis são a resposta óbvia caso haja cobertura na área onde os dispositivos móveis são operados (Oksanen *et al.*, 2016). Para o compartilhamento adequado de dados, os dados devem entrar na nuvem. Mas obter sinal nas áreas rurais é um problema real. Embora a conexão em áreas rurais à Internet de banda larga seja uma grande prioridade de muitos governos nacionais e regionais, não significa que os agricultores se consigam conectar, muito menos que as áreas agrícolas estejam cobertas (CEMA, 2020).

Fornecer cobertura total em todos os lugares seria um grande passo em frente. Para tal, o foco deve estar nas larguras de banda inferiores 700 (5G), 800 (4G) 900 (3G) MHz, uma vez que podem cobrir áreas maiores, tornando menos necessário algum *hardware*. Podem ser estabelecidas parcerias entre telecomunicações e indústrias agrícolas, como a indústria de máquinas agrícolas, para completar a rede de antenas (CEMA, 2020).

Em terceiro lugar, importa encontrar um protocolo sobre a tecnologia de comunicação que permita o fluxo de dados de forma robusta e segura (Oksanen *et al.*, 2016). Sendo o veículo uma fonte de muitas informações, desde dados agronómicos das explorações dos agricultores até dados de máquina confidenciais que podem revelar a propriedade intelectual e os segredos da empresa, ao instalar um portal de acesso sem fio ao veículo, estão-se a conectar sistemas, havendo mensagens de informações/tarefas fluindo em ambas as direções, e existindo a possibilidade de terceiros poderem utilizar esse portal sem o consentimento do proprietário. A adulteração de um destes sistemas pode afetar o comportamento, a *Vu* e as funções essenciais de segurança de todo o veículo. Portanto, proteger o fluxo de informações é do interesse tanto do proprietário quanto do fabricante (CEMA, 2020).

É considerado benéfico que este processo de compartilhamento de dados seja feito no nível da nuvem e não no nível do sensor ou da máquina. Devido à possibilidade de pré-filtragem e flexibilidade no nível da nuvem. Este método é o preferido pela indústria de

máquinas agrícolas, pois garante que haja um ponto centralmente guardado onde chegam todas as solicitações de dados, sem alterar os direitos das pessoas de terem acesso aos dados ou parâmetros do veículo (CEMA, 2020).

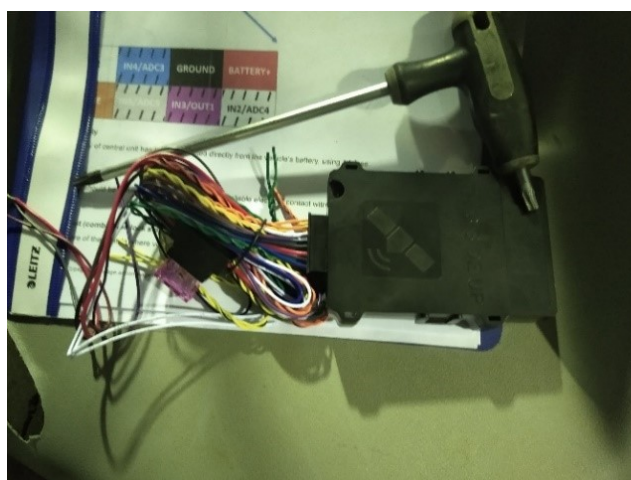
O Código de conduta da UE sobre a partilha de dados agrícolas por acordo contratual reconhece o direito do autor dos dados, quer seja um agricultor ou outra parte, de beneficiar e ser compensado pela utilização de dados criados como parte da sua atividade (CEMA Home page, 2020). Assim, o agricultor tem o direito de receber os dados agronómicos que ele gerou no seu veículo e todos os que os que têm consentimento do agricultor para aceder ao veículo, por exemplo, para reparação e manutenção. Com este método, as informações do agricultor podem ser transferidas e processadas na plataforma de armazenamento ou serviço - FMIS (CEMA, 2020).

Em suma, o uso destes portais baseados na Internet pode facilitar o uso de grandes volumes de dados, em rede dentro da exploração e com parceiros externos. Esta rede integrada interna e externa de operações agrícolas representa a Agricultura 4.0. Significa que as informações em formato digital existem para todos os setores e processos agrícolas; a comunicação com parceiros externos, como fornecedores e clientes finais, também é realizada eletronicamente; e a transmissão, processamento e análise de dados podem ser automatizados sob o controlo do agricultor (CEMA, 2020).

## 3. Descrição das Atividades Desenvolvidas

### 3.1. Instalação dos dispositivos nos tratores

Foram utilizados dois tratores para instalar dispositivos de rastreamento. Tendo sido instalado em cada um deles um dispositivo *hardware* de diferentes níveis tecnológicos. O dispositivo BCE FMS500 Light de um nível básico, e o dispositivo BCE FMS500 StCAN (Figura 1) de um nível mais avançado.



**Figura 1 - Dispositivo BCE FMS500 StCAN e instruções de instalação**

O primeiro trator, ilustrado na Figura 2 (à esquerda), é de marca New Holland, modelo T4, com uma potência de 75cv. Durante o período de monitorização da atividade, este trator desempenhou tarefas essencialmente ligadas à produção pecuária, na Herdade da Comenda (38°53'38.9"N 7°03'20.3"W). Neste trator foi instalado o dispositivo BCE FMS500 Light, ligado ao sistema elétrico do trator (Figura 2, à direita). Classifica-se como um nível tecnológico básico, por este dispositivo permitir apenas um rastreamento do percurso realizado, estado do trator, tempos de trabalho e distâncias percorridas.



**Figura 2 - (à esquerda) Trator New Holland T4 e (à direita) dispositivo BCE FMS500 Light instalado no sistema elétrico do trator**

Segundo o fabricante Xirgo Global, as principais características são a caixa negra, o suporte GLONASS e o odômetro incorporado. Em associação à plataforma Wialon, pode permitir o recurso a acelerómetro, gestão remota via GPRS e via SMS, identificação do motorista, sensores digitais, LBS e opção de alarme.

O segundo trator (Figura 3, à esquerda), é de marca New Holland, modelo T6, com uma potência de 125cv. Durante o período de monitorização da atividade, este trator desempenhou essencialmente tarefas nas culturas de cereais de outono/inverno e milho para grão, numa exploração em Samora Correia (38°51'49.5"N 8°53'03.5"W).

Neste trator foi instalado o dispositivo BCE FMS500 StCAN, ligado ao sistema elétrico do trator (Figura 3, à direita). Este dispositivo permite um rastreamento do percurso realizado, estado do trator, tempos de trabalho, distâncias percorridas e a coleta de dados de sensores, relativos ao funcionamento e desempenho do trator. Deste modo, classifica-se como um nível tecnológico avançado.



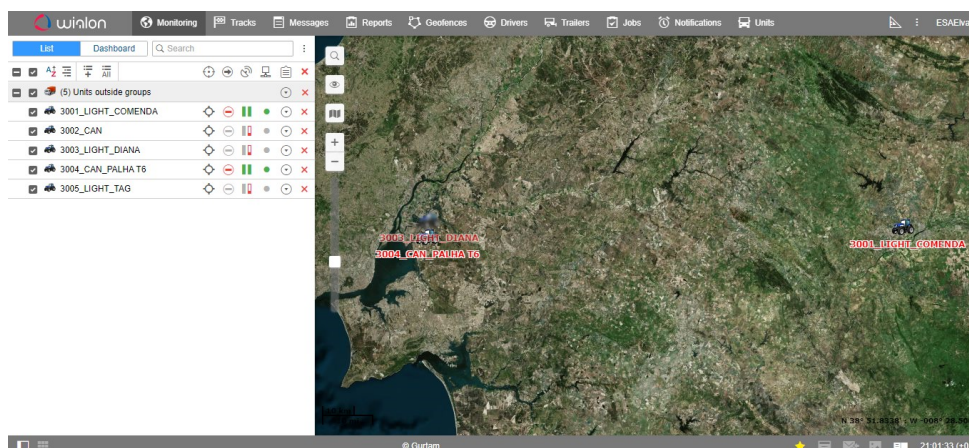


**Figura 3 – (à esquerda) Trator New Holland T6 e (à direita) ligação do dispositivo BCE FMS500 StCAN ao sistema elétrico do trator**

De acordo com o fabricante, que é o mesmo do dispositivo anterior, em associação à plataforma Wialon, este dispositivo pode permitir o recurso às mesmas tecnologias que o dispositivo anterior, com a diferença de permitir o suporte do barramento CAN.

### 3.2. Estudo da arquitetura e estrutura das interfaces

No caso do sistema utilizado, é necessário aceder a duas interfaces. A primeira (Figura 4) e principal, é a que recebe e compila toda a informação sobre os trajetos e dados do desempenho e funcionamento dos tratores.



**Figura 4 – Ambiente de trabalho da Interface principal Wialon**

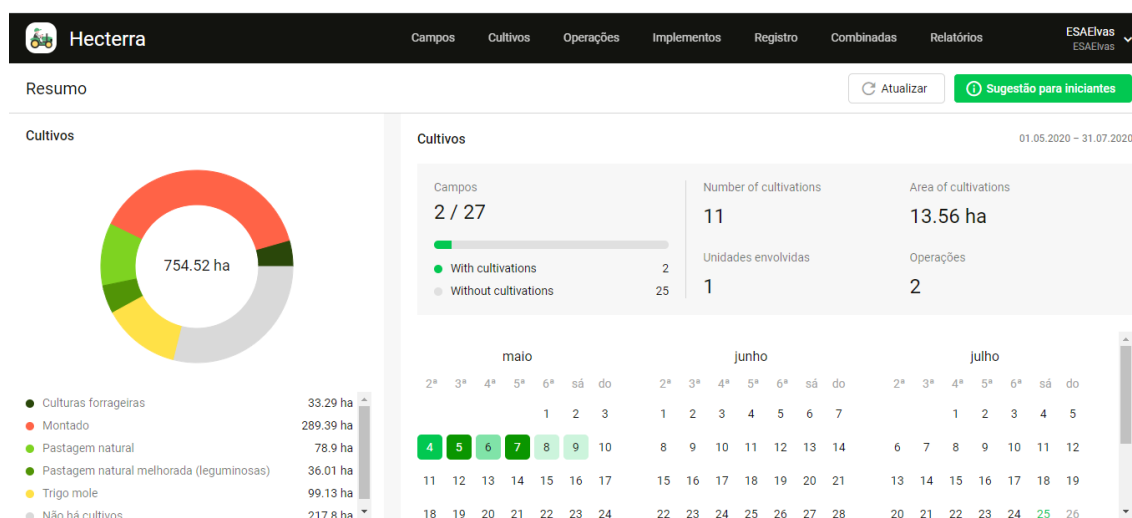
Segundo o fabricante, o sistema de rastreamento GPS Wialon é um *software* que permite aos utilizadores receberem dados durante a monitorização, que podem ser exportados



para arquivos de diferentes formatos, controlando as unidades (veículos, máquinas), incluindo:

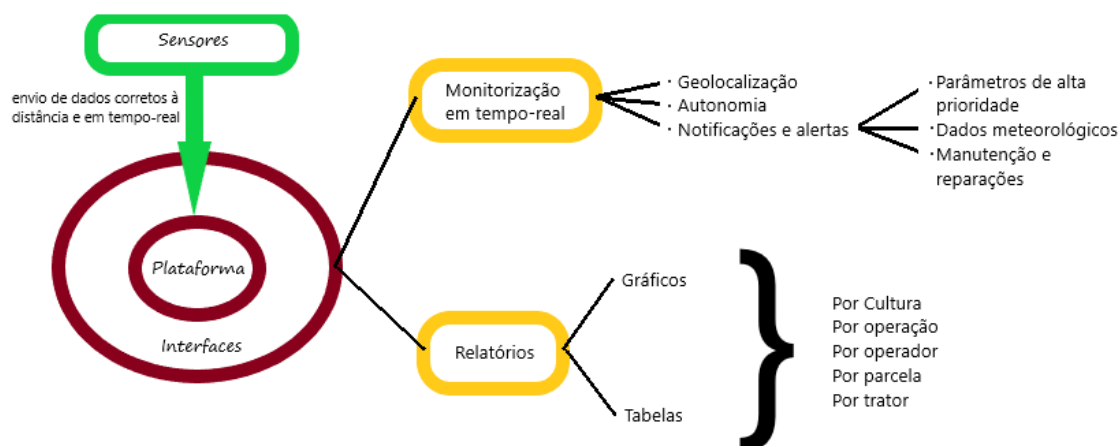
- Detetar a posição da unidade e observar a sua movimentação no mapa;
- Observar a mudança dinâmica de vários parâmetros da unidade, como velocidade, nível de combustível, temperatura, entre outros;
- Gestão de unidades (envio de comandos e mensagens, atribuição de tarefas e percursos, ajustes de notificações) e motoristas (chamadas, SMS, turnos de trabalho);
- Interpretação das informações provenientes da unidade em diversos tipos de relatórios (tabelas, gráficos).

A segunda interface (Figura 5) foi desenvolvida para, a partir da primeira, controlar operações de campo agrícolas, detectando essas operações, calculando a área, consumo de combustível, tempos de trabalho, omissões e sobreposições e ilustrar o progresso nas operações realizadas.



**Figura 5 – Ambiente de trabalho da Interface destinado às operações agrícolas - Hecterra**

Relatórios detalhados por campo, unidade, operação, máquina operadora ou operador são disponibilizados (Figura 6), bem como a importação de CSV de qualquer relatório. A integração da API é fornecida.



**Figura 6 - Esquema sobre a monitorização das unidades pelo sistema de rastreamento GPS**

### 3.2.1. Wialon

É na interface principal que os utilizadores monitorizam as unidades, bem como criam e configuram vários microobjetos do sistema para fins de rastreamento: geocercas, tarefas, notificações, motoristas e grupos de motoristas, reboque/máquina operadora e grupos destas, e ainda modelos de relatório.

Os gestores deste sistema, necessitam da interface CMS Manager, que é uma interface especial desenvolvida para gerir o conteúdo. A gestão é realizada com a ajuda de objetos macro do sistema, que são: contas, planos de pagamento, utilizadores, unidades, grupos de unidades, retradutores. O CMS Manager foi projetado para trabalhar com esses objetos (criar, configurar, atualizar, copiar, importar, exportar, excluir) e distribuir direitos de acesso a estes. O direito de acesso é a capacidade de visualizar alguns objetos do sistema e executar ações permitidas.

Neste estudo, não se acedeu à interface CMS Manager, e consequentemente não se desempenhou nenhuma das tarefas para as quais foi projetada.

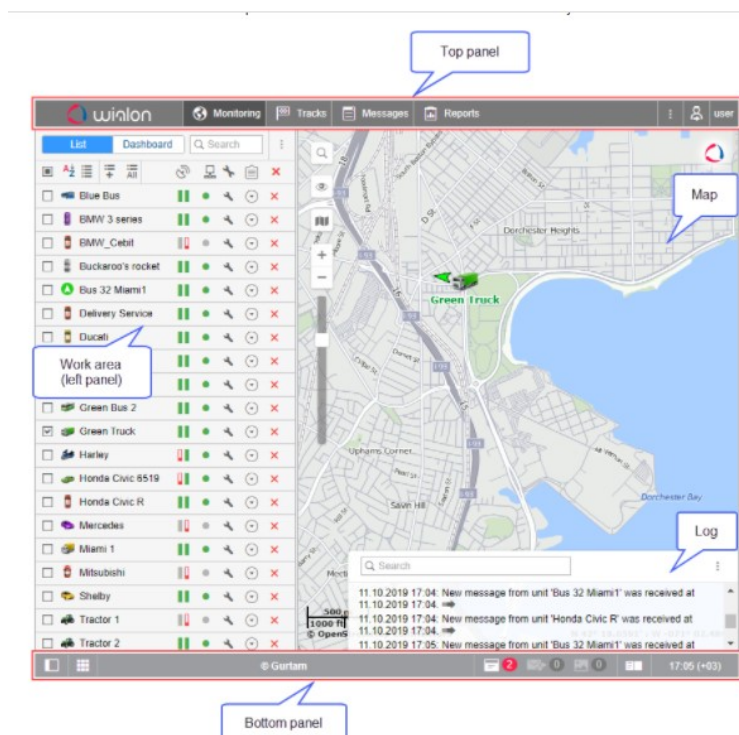
De acordo com o guião da marca, os navegadores de suporte ao Wialon são: Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera e Microsoft Edge (do mais eficiente, ao mais lento). Quanto à capacidade do computador, os principais pontos de alto desempenho são CPU (processador central) e capacidade de RAM. Considerando-se como requisitos mínimos um CPU de 1,6 GHz, e 512 MB de RAM. No entanto, os recomendados são uma CPU de 2,4 GHz, e 2 GB de RAM.

Neste estudo o navegador, usualmente utilizado foi o Google Chrome. Quanto ao computador normalmente utilizado no estudo da arquitetura e estrutura das plataformas e na interpretação dos casos de estudo tem uma CPU de 1,7 GHz e 4 GB de RAM.

Para aceder à interface Wialon, é necessário inserir o URL do serviço na linha de endereço do navegador. Na página de *login*, digita-se o nome de utilizador e senha. É possível escolher o idioma da interface, que também pode ser alterado a qualquer momento após o *login* nas configurações do utilizador.

Geralmente, os seguintes elementos estruturais básicos (Figura 7) podem ser distinguidos no *design* da interface:


- Área de trabalho (work área);
- Mapa (map);
- Painel superior (top panel);
- Painel inferior (bottom panel);
- Registo (log).



**Figura 7 - Elementos estruturais básicos no *design* da interface Wialon**


À esquerda da tela, há uma área de trabalho na qual são realizadas várias ações com diferentes elementos do sistema, bem como várias solicitações. A largura da área de trabalho pode ser alterada, ou até ocultada.

O mapa está disponível independentemente do painel ativado. Normalmente, ocupa a maior parte da tela, e nele podem ser exibidas as unidades e seus traçados, cercas geográficas e outros elementos.

Para alterar a camada base do mapa, acede-se ao menu de seleção de mapas () , que é dividido em duas secções. A secção superior contém camadas de base e a inferior contém camadas de informações adicionais. Seleciona-se a camada de base que deve ser usada como o mapa principal e um minimapa.

No painel superior à esquerda está o logotipo do provedor de serviços de rastreamento e, à direita, está o botão de configuração do menu e o nome de utilizador com o qual o utilizador acede. O menu principal do programa ocupa a parte central do painel superior. Contém diferentes elementos dependendo das configurações aplicadas e também dos módulos fornecidos. No canto direito do painel superior, é exibido o *login* do utilizador, sob o qual foi feita a autorização. Ao clicar no nome do utilizador, um menu adicional aparece, e as seguintes opções: definições do utilizador, aplicações de gestão, localizador, Importar/Exportar, Ajuda, Suporte técnico e *Logout*.

O canto inferior direito mostra a hora atual e, entre parênteses, um fuso horário (pode ser alterado nas configurações do utilizador).

No canto inferior direito da tela, há um registro que se abre clicando no ícone () no painel inferior. O registo exibe informações sobre ações do utilizador, execução de comandos e recebimento de mensagens das unidades incluídas na lista de trabalho do painel de monitoramento.

O rastreamento é realizado com a ajuda de dispositivos GPS e GLONASS, e os dados destes são enviados ao servidor da Wialon. A frequência de recolha e envio de dados, os parâmetros contidos na mensagem e a correção geral dependem de como o dispositivo está configurado. Um dispositivo pode ser configurado remotamente ou por meio de um programa de configuração especial se estiver conectado a um computador. Está especificado no manual fornecido com o dispositivo (o manual pode ser fornecido pelo vendedor/fabricante do dispositivo). As configurações necessárias para o equipamento são o endereço IP e a porta que correspondem ao modelo específico do dispositivo. O endereço IP do servidor e a porta de *hardware* são definidos

automaticamente e exibidos na janela Geral das propriedades da unidade ao selecionar o tipo de dispositivo.

Se o dispositivo estiver configurado corretamente e enviar dados para Wialon, é necessário criar uma unidade correspondente no sistema para vê-lo no mapa. Após a criação da unidade, os seguintes parâmetros são obrigatórios:

- Nome;
- Tipo de dispositivo;
- ID único;
- Número de telefone do cartão SIM usado neste dispositivo no formato internacional.

Para além da criação da unidade, com vista a aumentar a eficiência do uso da plataforma, é aconselhável seguir a seguinte sequência:

- 1º - Criar as unidades;
- 2º - Criar os motoristas e associá-los às unidades;
- 3º - Criar os reboques/máquina operadoras e associá-las às unidades;
- 4º - Criar geocercas;
- 5º - Criar tarefas e/ou alertas;
- 6º - Visualizar na interface (podendo exportar) percursos e/ou mensagens;
- 7º - Exibir e consultar relatórios.

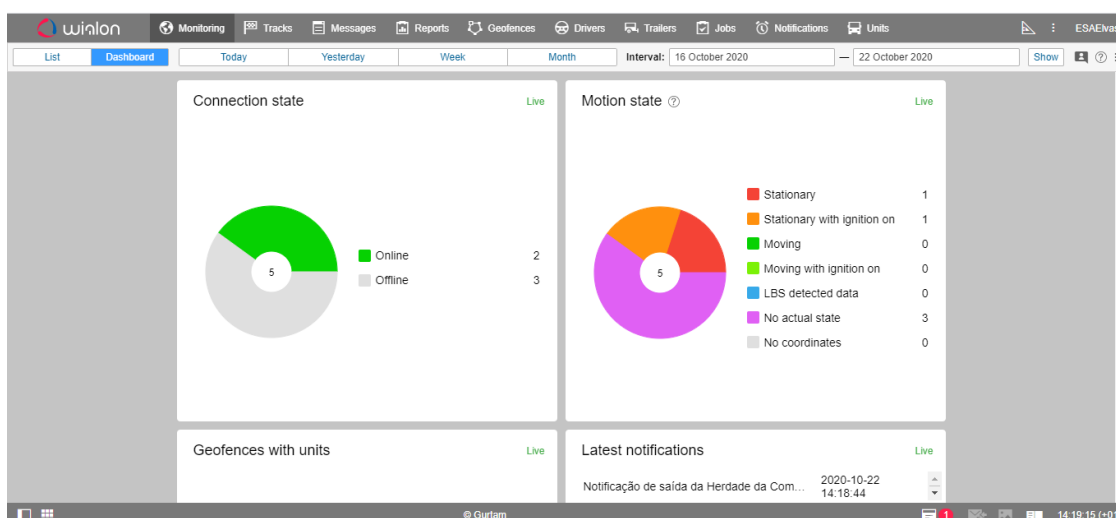
Neste sentido, aconselha-se a consulta do Anexo I – Guião descritivo Wialon. Neste anexo está descrito com algum detalhe as noções básicas de funcionamento da interface de modo a um correto seguimento da sequência.

Os dois mecanismos de processamento de dados usados em Wialon são:

- Processamento de dados em tempo real;
- Processamento de mensagens do banco de dados mediante solicitação.

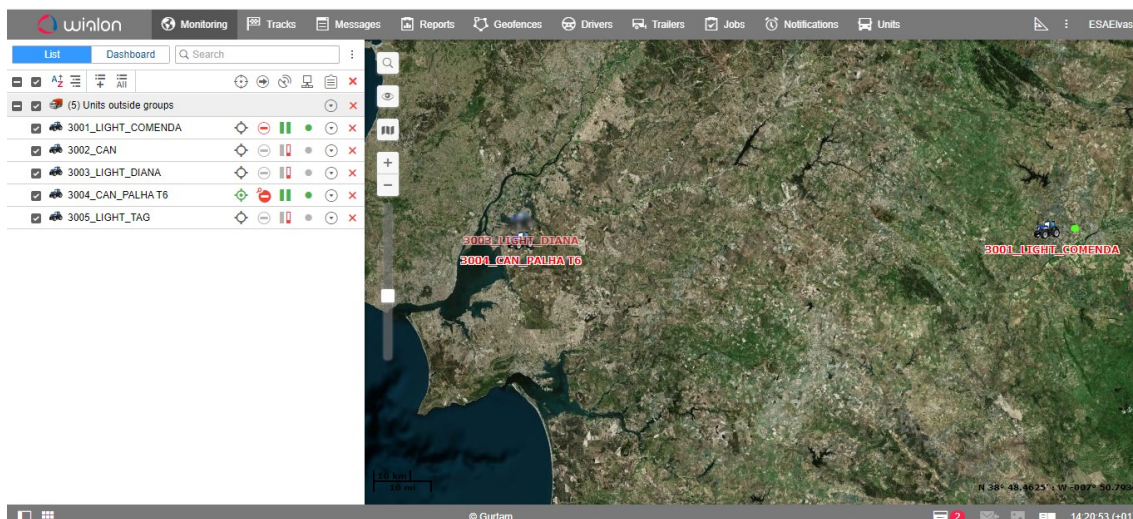
Através do separador Monitorização pode-se observar o movimento das unidades no mapa, enviar comandos e mensagens para elas, monitorizar alterações de parâmetros *online*, entre outros. Estão disponíveis dois modos de consulta: Lista e *Dashboard*.

O *Dashboard* contém informações resumidas sobre as unidades da lista de trabalho (Figura 8). São exibidos blocos de dados sobre estado de conexão, estado de movimento, geocercas com unidades, notificações mais recentes e quilometragem. Neste modo apenas se consegue visualizar informações, que são atualizadas à medida que novas mensagens são recebidas das unidades.



**Figura 8 - Dashboard que permite visualizar as alterações de parâmetros das unidades na interface Wialon**

No modo Lista, é possível gerir a lista de trabalho das unidades e monitorizar o seu movimento no mapa (Figura 9). A lista de trabalho pode conter todas as unidades disponíveis para o utilizador ou apenas algumas delas. Podem-se adicionar e remover unidades facilmente da lista de trabalho, sem proceder à sua remoção do sistema. Para encontrar rapidamente a unidade necessária na lista, pode-se usar a pesquisa dinâmica. Ao lado do nome de cada unidade, podem existir ícones que permitem avaliar o estado da unidade ou realizar determinadas ações. Acima deles, no cabeçalho da tabela, existem ícones que permitem ordenar as unidades de acordo com vários parâmetros.



**Figura 9 - Lista de trabalho que permite monitorizar o movimento das unidades no mapa**

Para garantir a operação eficaz do sistema de monitorização, deve-se ter em consideração as seguintes limitações existentes em Wialon:

1. *logins* e sessões (Se esses limites forem atingidos, o endereço IP será temporariamente bloqueado. Isso pode causar dificuldade para efetuar login no sistema.):
  - 10 *logins* mal sucedidos de um endereço IP por minuto;
  - 120 *logins* bem sucedidos de um endereço IP por minuto;
  - 100 sessões ativas de um utilizador de um endereço IP;
2. Mensagens (Se esses limites forem atendidos, as mensagens deixarão de ser carregadas ou importadas. Isso pode causar dificuldades na execução de relatórios, construção de percursos, etc. Se isso acontecer, pode-se limpar os separadores Percursos, Mensagens e Relatórios (ou simplesmente recarregar a página) e tentar novamente.):
  - 15 milhões de mensagens carregadas por um utilizador a partir de um endereço IP em 2 minutos;
  - 500 mil mensagens importadas de um endereço IP por minuto;
  - 1 mensagem por segundo enviada por uma unidade;
  - O tamanho máximo de um arquivo carregado durante a importação de mensagens é 64 MB.
3. Relatórios (Quando o tempo limite for excedido, a execução do relatório será abortada. Isso significa que o relatório não será gerado. Nesse caso, diminua o

intervalo de tempo, o número de objetos analisados ou o escopo dos dados solicitados (tabelas, gráficos, etc.):

- A execução *online* de um relatório leva até 5 minutos;
- 200 execuções em 5 minutos por um utilizador de um endereço IP;
- A execução de relatórios em tarefas leva até 10 minutos;
- A execução do relatório nas notificações leva até 5 minutos;

4. Percursos:

- Durante uma sessão, não é possível construir mais de 50 percursos no total em todas os separadores (Percursos, Monitorização, Relatórios, Mensagens).

5. Outros:

- 10 solicitações de API processadas simultaneamente durante uma sessão.
- 3 traçados de mapa processados simultaneamente durante uma sessão.
- 31.744 microobjetos de cada tipo (geocerca, empregos, notificações, motoristas, reboques, passageiros e modelos de relatórios) numa conta.
- É possível editar uma geocerca se o número dos seus pontos não exceder 5000.

### 3.2.2. Hecterra

Hecterra é a interface para a indústria agrícola, que permite controlar o progresso das operações de campo. Os utilizadores podem criar campos, preencher com as culturas e operações, editar e aceitar operações. As geocercas podem ser importadas de Wialon como campos. Máquinas operadoras, operador, unidades e respetivas configurações são criadas e configuradas em Wialon para uso posterior em Hecterra.

Hecterra é compatível com os navegadores Google Chrome, Mozilla Firefox e Opera.

O utilizador Hecterra trabalha com uma conta à qual se fornecem dados de aplicação como culturas, operações, propriedades específicas das máquinas operadoras, histórico de operações e dados de rotação de culturas. Mas após a sincronização com a conta Wialon, tem automaticamente fornecidos campos (geocercas), operadores e máquinas operadoras. Por isso, é recomendável preparar uma conta Wialon com as unidades, operadores e máquinas operadoras necessários antecipadamente.



Para permitir o correto uso da interface Hecterra, é aconselhável seguir a sequência:

- 1º - Criar ou importar campos;
- 2º - Criar o catálogo de culturas;
- 3º - Especificar a rotação de culturas por campo;
- 4º - Criar o catálogo de tarefas;
- 5º - Especificar a largura de trabalho e operação para cada máquina operadora;
- 6º - Registrar operações realizadas. Quando necessário, combiná-las;
- 7º - Criar relatórios.

Neste sentido, aconselha-se a consulta do Anexo II – Guião descritivo Hecterra. Neste anexo está descrito com algum detalhe as noções básicas de funcionamento da interface de modo a um correto seguimento da sequência.

As principais definições da conta são:

- Mínimo de quilometragem em relação ao perímetro de campo. A proporção de percentagem mínima do percurso da unidade para o perímetro do campo que permite ao sistema encontrar potenciais operações. As opções são 80%, 60%, 40% ou 20%.
- Nome do sensor de trabalho. O nome do sensor que é usado para pesquisar cultivos potenciais.
- Operações em baixa velocidade. A opção que deve ser ativada quando se pretende que o sistema procure por operações mesmo que a unidade se esteja a mover no campo por menos de 5 minutos. Neste caso, os intervalos com velocidade zero também são levados em consideração no cálculo da duração da operação. Ou seja, inclui todo o tempo desde o início da operação até ao fim.

É possível criar um *backup* da conta para os seguintes fins:

- Transferência de dados de uma conta para outra;
- Armazenar um *backup* de dados em caso de perda de dados;
- Preparar novas contas rapidamente.

As principais restrições desta aplicação a ter em conta na sua utilização são:

- 50 caracteres é o comprimento máximo de um nome de campo, cultura, operação ou máquina operadora.
- 99,9 m é a largura máxima de trabalho de uma máquina operadora.
- 1000 ha é a área máxima de um campo.
- 5000 é o número máximo de linhas num relatório.
- Um relatório não pode ser exportado se mais de 10 minutos se passaram desde sua execução no navegador.
- 1 é o número máximo de solicitações com uso intensivo de contas executados simultaneamente. Essas solicitações incluem a procura de cultivos potenciais, recalculá-los e combiná-los.
- 10 minutos é o tempo máximo de execução da solicitação. Se esse tempo for excedido, o sistema para de executar a solicitação.
- 5 anos é o período durante o qual os dados sobre os cultivos aprovados são armazenados, 11 meses é o período de armazenamento do componente visual dos dados (sobreposições, percursos no mapa, etc.)

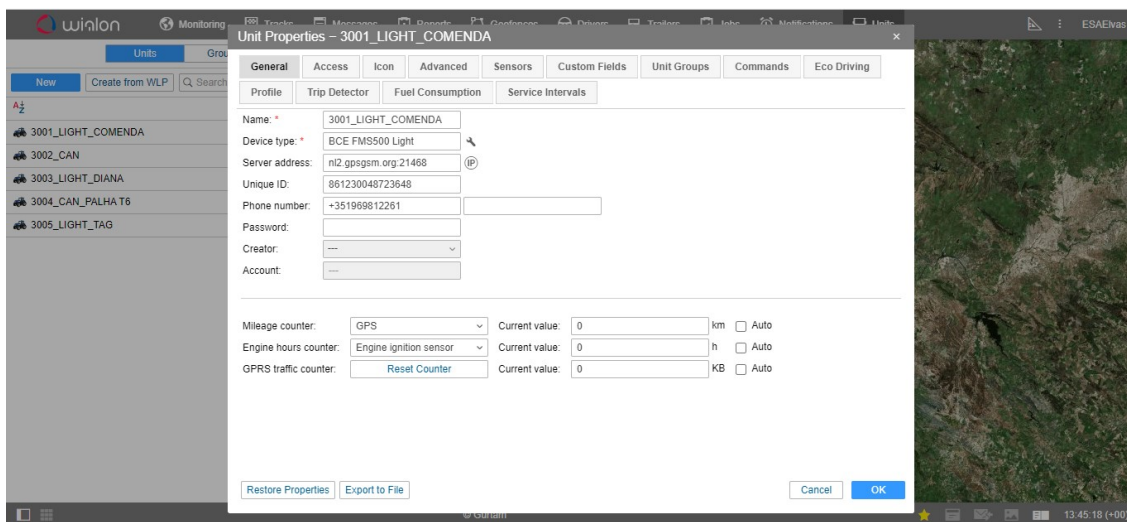
### 3.3. Criação de elementos nas contas de utilizador

#### 3.3.1. Wialon

Para criar elementos na conta em Wialon de forma utilizar a interface eficientemente, seguiu-se a ordem sugerida, tal como consta no Anexo I.

Foram criadas duas unidades manualmente. Uma por cada trator a ser monitorizado por satélite.

A primeira unidade criada (Figura 10) corresponde ao trator T4 com o dispositivo BCE FMS500 Light. Com o ID 861230048723648, e o nome 3001\_LIGHT\_COMENDA.



**Figura 10 - Menu de propriedades da unidade 3001\_LIGHT\_COMENDA**



A segunda unidade criada corresponde ao trator T6 com o dispositivo BCE FMS500 StCAN. Com o ID 861230048765342, e o nome 3004\_CAN\_PALHA T6.

Não foram criados motoristas, por se pensar não interferir no estudo em questão.

Foram criados as máquinas operadoras com que os tratores operaram durante este estudo. Sendo elas:

1. Chísel
2. Grade de discos (Comenda)
3. Grade de discos
4. Distribuidor de adubo
5. Pulverizador
6. Forquilha
7. Pá (Carregador frontal)
8. Reboque (ESAE)

Na caixa de diálogo exibida, preencheu-se o nome, a descrição e os campos personalizados. Essas informações são importantes por serem utilizadas nos relatórios.

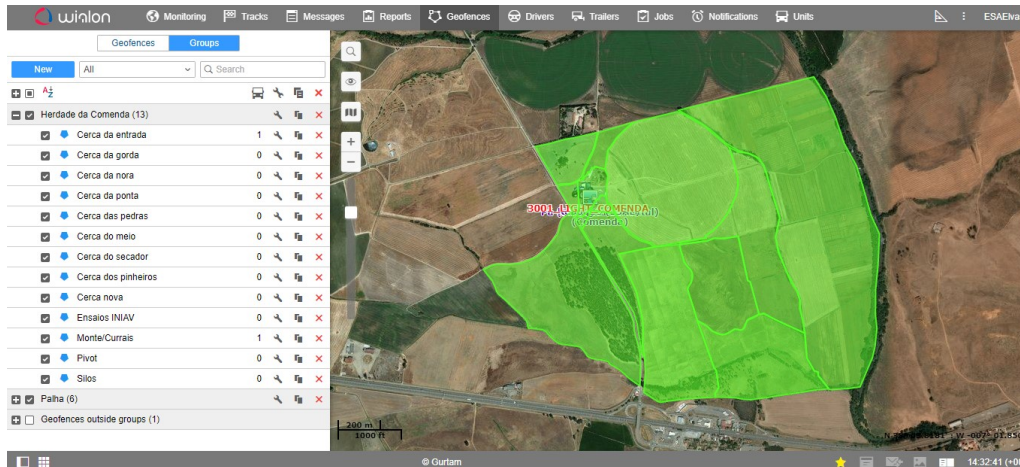
O acoplamento e desacoplamento foi feito manualmente, no painel Reboques. Utilizando os ícones  ou , à direita de cada reboque.

De forma a controlar a atividade das unidades criaram-se geocercas delimitando as principais parcelas onde os tratores realizariam as operações. Para além de criadas, foram agrupadas em dois grupos distintos. No primeiro grupo agruparam-se as

geocercas pertencentes à Herdade da Comenda (Figura 11), enquanto no segundo grupo se agruparam as geocercas pertencentes ao agricultor Palha (Figura 12):

### 1. Herdade da comenda

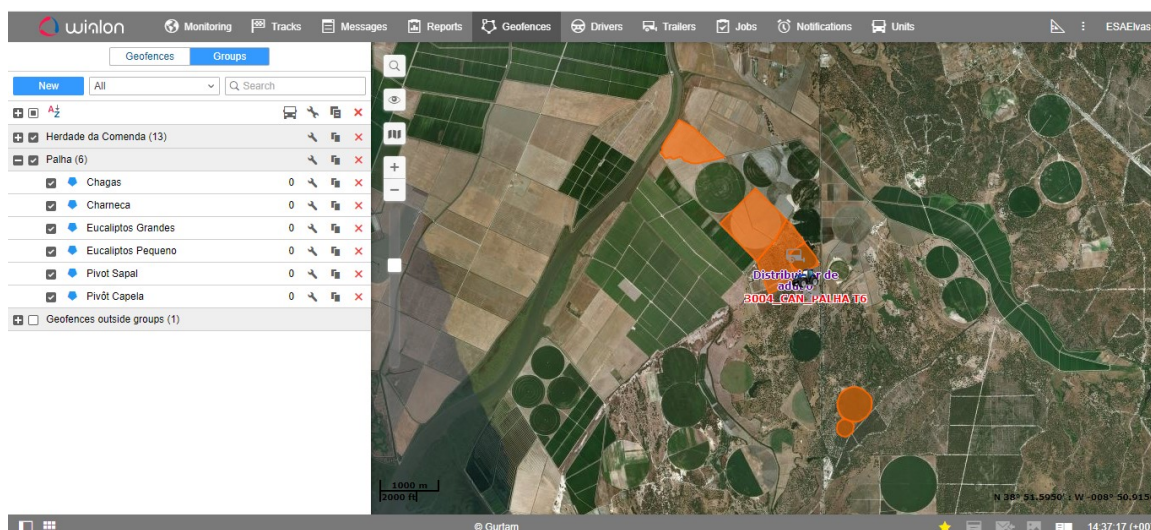
- a. Cerca da entrada
- b. Cerca da gorda
- c. Cerca da nora
- d. Cerca da ponta
- e. Cerca das pedras
- f. Cerca do meio
- g. Cerca do secador
- h. Cerca dos pinheiros
- i. Cerca nova
- j. Ensaio INIAV
- k. Monte/Currais
- l. *Pivot*
- m. Silos



**Figura 11 - Geocercas do grupo da Herdade da Comenda**

### 2. Palha:

- a. Chagas
- b. Charneca
- c. Eucaliptos Grandes
- d. Eucaliptos pequeno
- e. *Pivot Sapal*
- f. *Pivot Capela*

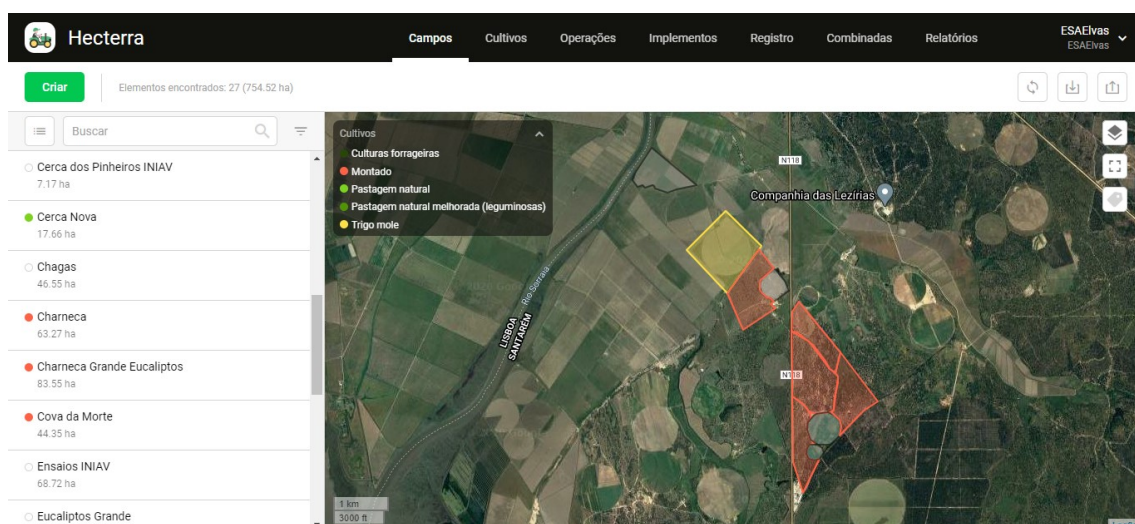


**Figura 12 - Geocercas do grupo Palha**

### 3.3.2. Hecterra

De forma a controlar eficientemente o progresso das operações de campo através da interface Hecterra seguiu-se a sequência do Anexo II. Note-se que esta interface recupera automaticamente unidades, motoristas e máquinas operadoras da conta Wialon. Por esse motivo, foi preparado previamente como já foi descrito.

Em seguida, no separador Campos foi feita uma sincronização com a conta Wialon de forma a importar para a conta Hecterra, as geocercas já criadas na conta da interface Wialon (Figura 13).



**Figura 13 - Vista geral do separador Campos com as geocercas, na interface Hecterra**

Criou-se o catálogo de culturas, no separador Cultivos, com as culturas que estavam instaladas nas parcelas em estudo, especificando-se para cada uma delas o nome e uma

cor. A cor do campo no mapa corresponde à cor da cultura que está a ser cultivada nesse momento.

As culturas criadas foram:

1. Culturas forrageiras
2. Ervilha (fresco)
3. Milho
4. Montado
5. Pastagem natural
6. Pastagem natural melhorada (leguminosas)
7. Trigo mole

Foi criada a lista de tarefas realizadas em campo, no separador Operações:

1. Arrumação de fardos
2. Distribuição de adubo
3. Distribuição de alimentos
4. Escarificação
5. Gradagem
6. Limpeza de valas
7. Limpeza dos currais
8. Pulverização
9. Transporte de fardos/alimentos
10. Transporte de materiais/ manutenção de cercas

A lista de máquinas operadoras consiste nos reboques criados e editados apenas na conta Wialon com o qual se está a trabalhar. Informações sobre o acoplamento de máquinas operadoras a unidades também são fornecidas pela Wialon.

No Hecterra, no separador “Implementos”, especificaram-se as principais informações para cada máquina operadora, que são a largura de trabalho (em metros) que é levada em consideração no cálculo da área trabalhada do campo, e a tarefa em que é utilizada.

Para se poderem criar relatórios, pesquisaram-se, editaram-se e aprovaram-se as tarefas que serviram como casos de estudo. Essa pesquisa é feita pela data em que o trabalho foi supostamente executado e nome ou nomes das unidades. As tarefas potenciais

encontradas são exibidas na tabela com as colunas: campo, cultura, unidade, hora de início, hora de término, duração, motorista, máquina operadora, largura, operação, área trabalhada.

### 3.4. Principais operações de trabalho registradas (casos de estudo)

Nos casos de estudo que serviram para avaliar e melhorar, ou encontrar possíveis melhorias no sistema, foram analisados parâmetros de desempenho operacional dos tratores rastreados (Quadro 3).

**Quadro 3 - Parâmetros analisados nos casos de estudo do desempenho operacional dos tratores onde estavam instalados os dispositivos**

Dispositivo	Casos de estudo	Parâmetros analisados					
		Relacionados com Rendimento de campo				Relativas ao desempenho das máquinas	
		Tempos de trabalho	Distâncias percorridas	Precisão do percurso	Áreas trabalhadas	Consumo de combustível	Temperatura do motor
BCE FMS500 Light	3.4.1.1.	•	•				
	3.4.1.2.	•	•	•			
BCE FMS500 StCAN	3.4.2.1.			•	•		
	3.4.2.2.			•	•		
	3.4.2.3.	•	•	•	•	•	•
	3.4.2.4.	•	•	•		•	•
	3.4.2.5.	•	•		•	•	



### 3.4.1. BCE FMS500 Light

#### 3.4.1.1. Recolha de fardos

Entre os dias 4 e 9 de maio do ano 2020, o trator T4 foi utilizado na operação de recolha de fardos, recolhendo-os na parcela onde foram produzidos, e transportando-os para as instalações destinadas a armazenar os fardos, no monte da Herdade da Comenda.


As máquinas operadoras utilizadas pelo trator foram a forquilha e o reboque. Quanto ao operador, trata-se de um indivíduo com experiência que realizou a operação desde o início até ao fim.

Segundo a interface Wialon, entre o dia 4 e 9 de maio o trator esteve em movimento durante 36 horas e 46 minutos e contou um tempo de estacionamento de 131 horas e 12 minutos (Quadro 4), tendo percorrido 288 km, a uma velocidade média de 8 km/h.

**Quadro 4 - Tempos de trabalho, distâncias percorridas e velocidades do trator T4 de 4 a 9 de maio, segundo Wialon**

	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	total semanal	Média diária
	04/mai	05/mai	06/mai	07/mai	08/mai	09/mai		
Tempo de estacionamento (h:min:s)	20:08:48	16:42:52	19:10:26	16:42:42	11:20:46	23:02:32	107:12:38	17:52:06
Tempo de movimento (h:min:s)	3:50:02	7:15:46	4:48:46	7:16:36	12:37:52	0:56:56	36:45:58	06:08:15
Distância percorrida (km)	18,61	37	40	60	126	5,53	288	47,96
Velocidade média (km/h)	5	5	8	8	10	6	8	7
Velocidade máxima (km/h)	18	30	41	41	41	17	41	31

Por outro lado, segundo o Hecterra (Figura 14), o trator percorreu 95.42 km em 10 horas e 23 minutos a realizar esta operação, entre o dia 04 e o dia 09 de maio do presente ano.



Hecterra

Campos

Cultivos

Operações

Implementos

Registro

Combinadas

Relatórios

ESAEIvas

ESAEIvas

Intervalo

04.05.2020 – 09.05.2020

Tipo de relatório

Por unidade

Elemento

3001\_LIGHT\_COMENDA

Grouping

None

.csv

.xlsx

Executar

Cultivos 11

Duração 10 h 23 min

Quilometragem 95.42 km

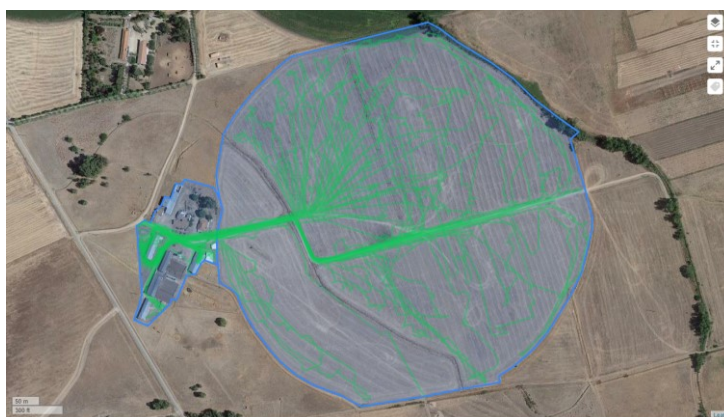
Área cultivada 13.56 ha

Combustível consumido 0 l

Campo	Operação	Duração	Unidade	Motorista	Implemento	Área cultiva...	Cultivado, %	Omissões	Omissões, %	Sobreposiç...	Sobreposiç...	Combustiv...	Combustiv...
Monte/Curral	Arrumação de fardos	33 min	3001_LIGHT_		Forquilha (Arrumar fardos)	0.47 ha	20%	0.31 ha	39%	0.25 ha	53%	—	—
Pivôt	Distribuição de alimentos	1 h 2 min	3001_LIGHT_ João		Forquilha (Distribuir alimentos)	2.27 ha	7%	2.94 ha	56%	0.63 ha	28%	—	—
Monte/Curral	Arrumação de fardos	1 h 19 min	3001_LIGHT_ João		Forquilha (Arrumar fardos)	0.42 ha	18%	0.13 ha	23%	0.29 ha	68%	—	—
Pivôt	Arrumação de fardos	2 h 29 min	3001_LIGHT_ João		Forquilha (Arrumar fardos)	3.65 ha	11%	4.57 ha	56%	0.93 ha	26%	—	—
Monte/Curral	Arrumação de fardos	15 min	3001_LIGHT_ João		Forquilha (Arrumar fardos)	0.34 ha	15%	1.99 ha	85%	0.19 ha	56%	—	—
Pivôt	Arrumação de fardos	32 min	3001_LIGHT_ João		Forquilha (Arrumar fardos)	1.24 ha	4%	0.97 ha	44%	0.3 ha	24%	—	—

**Figura 14 - Consulta no Hecterra, da operação de recolha de fardos realizada pelo trator T4**

Consultando esta interface é ainda possível ver o trajeto feito pelo trator T4 no decorrer da operação (Figura 15).



**Figura 15 - Consulta no Hecterra, do percurso realizado pelo trator T4 na operação de recolha de fardos**

### 3.4.1.2. Acompanhamento presencial para despiste (05/06)

Pela necessidade sentida em averiguar a veracidade do trajeto traçado nas interfaces, bem como dos valores de distâncias e tempos de trabalho registados, acompanhou-se presencialmente o trator num trajeto realizado no seu quotidiano. A intenção foi não interferir no seu trabalho, mas sim acompanhá-lo para ter a noção dos tempos de trabalho e trajeto percorrido. Neste sentido foram registados o momento e a localização

dos acontecimentos, conforme descritos no Quadro 5. De acordo com o presenciado, o trator começou a deslocar-se às 10 h e 24 minutos, e parou às 10 h e 47 minutos. Durante este intervalo, fez uma paragem de 3 minutos entre as 10 h e 34 minutos e as 10 h e 37 minutos. Trabalhou durante 20 minutos.

**Quadro 5 – Localização temporal e geográfica dos acontecimentos presencialmente detetados durante o acompanhamento do trator T4**

Hora (h:min)	Acontecimento	Localização
10:22	Ignição ligada	Monte/Currais
10:23	Motor ligado	Monte/Currais
10:24	Início de deslocação	Monte/Currais
10:34	Motor e ignição desligadas. Paragem de movimento.	Cerca da Gorda
10:37	Ignição e motor ligados. Início de deslocação.	Cerca da Gorda
10:47	Motor e ignição desligadas. Paragem de movimento.	Monte/Currais

Pela consulta da interface Wialon, pedindo os registos de atividade do trator T4 entre as 10 horas e as 10 horas e 50 minutos (Quadro 6), assume-se que o trator esteve estacionado durante 31 minutos. Depreende-se que esteve em funcionamento durante 19 minutos.

Subtraindo os períodos de tempo entre as 10 h e as 10 h e 24 minutos (24 minutos), e entre as 10 h e 47 minutos e as 10 h e 50 minutos (3 minutos), num total de 27 minutos, aos 31 minutos de estacionamento contado por Wialon, calcula-se que Wialon contabilizou uma paragem durante a tarefa de 4 minutos.

**Quadro 6 - Tempos de trabalho e de estacionamento por parcela, durante o despiste**

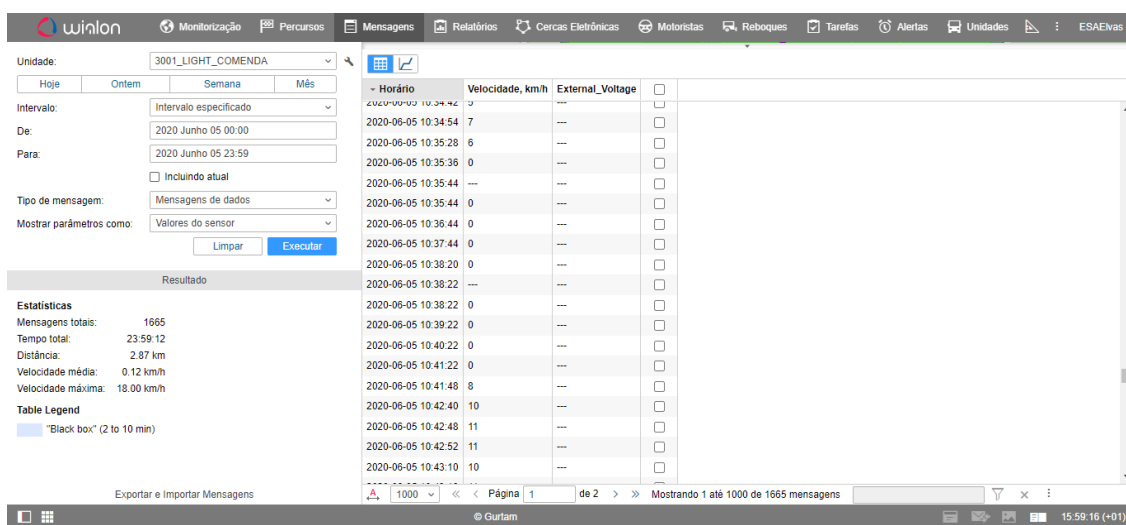
Cerca Eletrônica	Duração dentro	Tempo dentro	Tempo fora	Duração de estacionamentos
Monte/Currais	0:26:28	2020-06-05 10:00:08	2020-06-05 10:26:36	0:25:22
Silos	0:00:20	2020-06-05 10:26:36	2020-06-05 10:26:56	0:00:00
Pivot	0:00:48	2020-06-05 10:28:44	2020-06-05 10:29:32	0:00:00
Ceca da gorda	0:00:56	2020-06-05 10:29:32	2020-06-05 10:30:28	0:00:00
Ceca da gorda	0:00:12	2020-06-05 10:30:30	2020-06-05 10:30:42	0:00:00
Cerca do meio	0:02:08	2020-06-05 10:30:42	2020-06-05 10:32:50	0:00:00
Cerca da Ponta	0:01:52	2020-06-05 10:32:50	2020-06-05 10:34:42	0:00:00
Ceca da gorda	0:07:06	2020-06-05 10:34:42	2020-06-05 10:41:48	0:05:46
Cerca do meio	0:02:26	2020-06-05 10:41:48	2020-06-05 10:44:14	0:00:00
Monte/Currais	0:02:42	2020-06-05 10:47:44	2020-06-05 10:50:26	0:00:00
3001_LIGHT_COME	0:50:18	2020-06-05 10:00:08	2020-06-05 10:50:26	0:31:08

Verifica-se que o trator T4 percorreu 1,81 km, a uma velocidade média de 6 km/h, tendo atingido uma velocidade máxima de 9 km/h (Quadro 7).

### Quadro 7 - Velocidades médias e máximas e quilômetros percorridos durante o despiste, por parcela

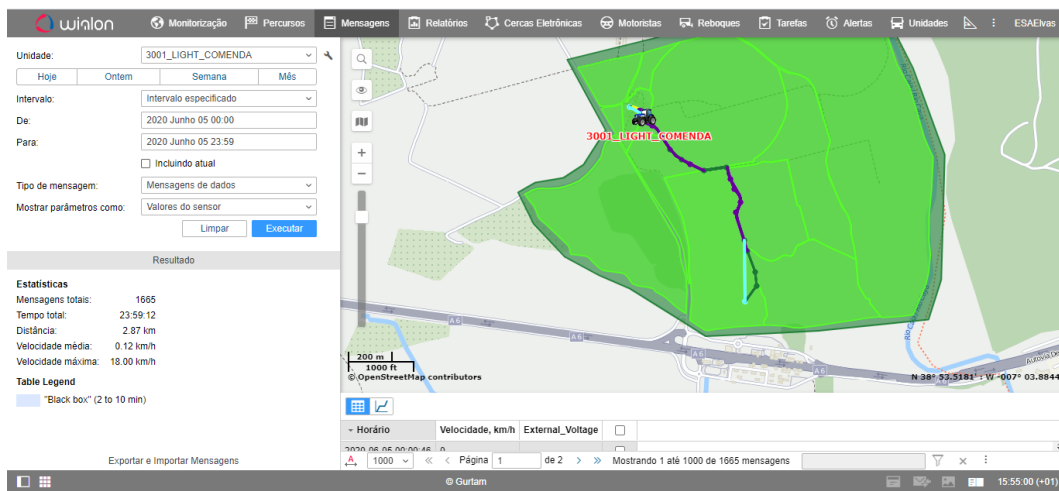
Cerca Eletrônica	Quilometragem	Velocidade média	Velocidade máxima
Monte/Currais	0,11 km	0 km/h	8 km/h
Silos	0,05 km	9 km/h	10 km/h
Pivot	0,10 km	8 km/h	10 km/h
Ceca da gorda	0,11 km	7 km/h	6 km/h
Ceca da gorda	0,03 km	8 km/h	10 km/h
Cerca do meio	0,40 km	11 km/h	13 km/h
Cerca da Ponta	0,17 km	6 km/h	6 km/h
Ceca da gorda	0,39 km	3 km/h	8 km/h
Cerca do meio	0,37 km	9 km/h	12 km/h
Monte/Currais	0,08 km	2 km/h	11 km/h
	1,81 km	6 km/h	9 km/h
3001_LIGHT_COMENDA	2,56 km	3 km/h	13 km/h

Sabe-se que o trajeto apresentado pela interface não está correto principalmente entre as 10 horas e 35 minutos e as 10 horas e 41 minutos, e que não registra dados de velocidade (Figura 16). Se não registra velocidade, deveria assumir que o trator esteve estacionado durante estes 6 minutos, e não apenas nos 4 minutos contabilizados anteriormente.



**Figura 16 - Dados de velocidade do trator T4 no período do despiste**

Os dados de posição deste intervalo de tempo, são em todos os momentos o mesmo ponto, não estando corretos, uma vez que o trator esteve em movimento e não esteve sempre naquele ponto. Contudo a interface traça na mesma o troço do percurso, dando-lhe uma representação no mapa que não corresponde à realidade (Figura 17).

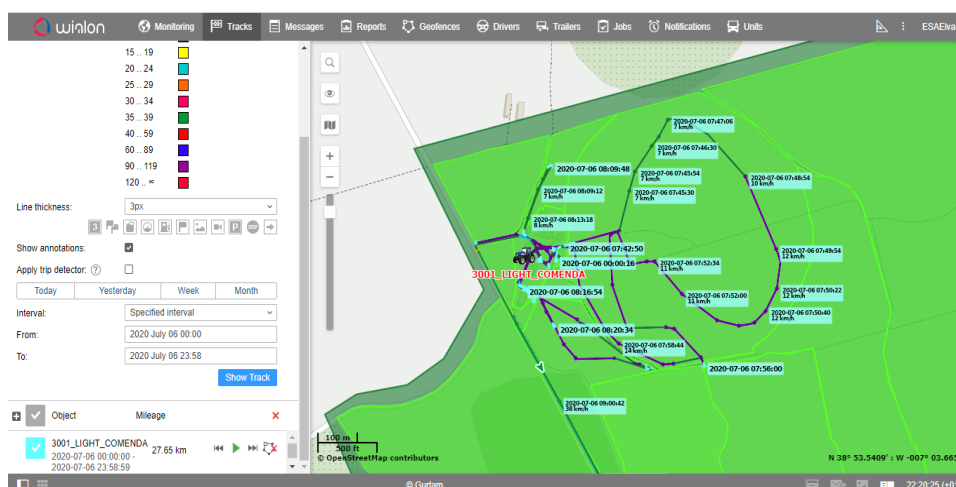


**Figura I7 - Traçado no mapa do percurso percorrido pelo trator T4 durante o despiste**

Consultaram-se os técnicos da marca representante, com o objetivo de melhorar o traçado do percurso e os valores dos parâmetros de desempenho da máquina, principalmente da velocidade.

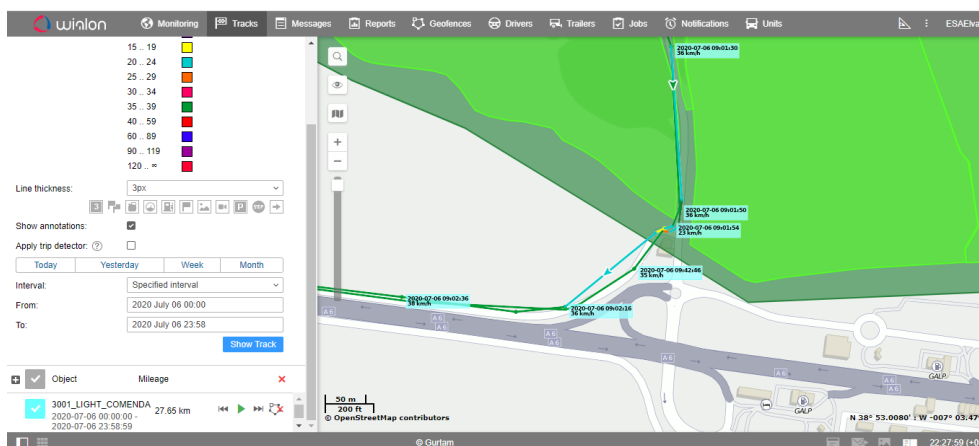
O aconselhamento foi alterar uma pré-definição da interface CMS Manager, passando a serem reconhecidos os momentos em que o trator se desloca a baixas velocidades como tempos de movimento, e não como estacionamento.

Acatado este aconselhamento, fez-se o ajuste, passando a assumir as deslocções do trator a baixas velocidades como movimento, de forma a traçar um percurso mais preciso. No traçado de um percurso feito posteriormente (6 de julho), não há falhas nas coordenadas, nem velocidades quando o trator opera a baixas velocidades (Figura I8). No entanto quando o trator está em manobras, assume sempre velocidade 0.



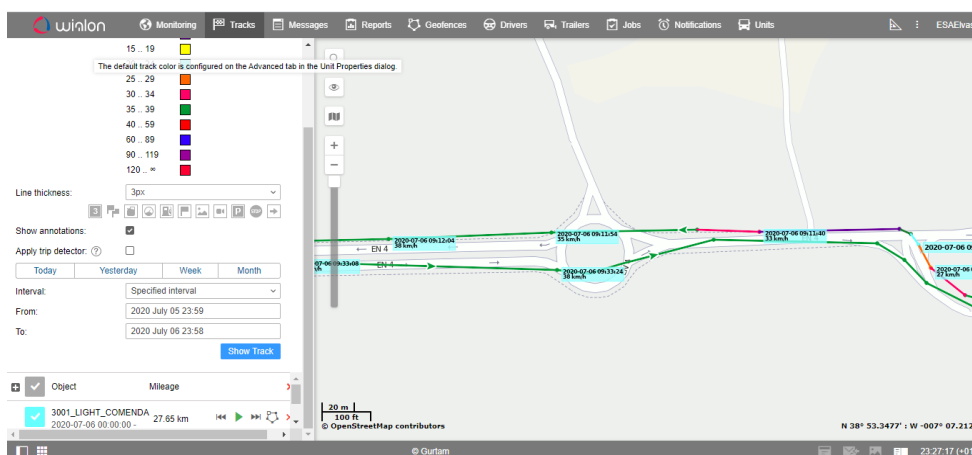
**Figura I8 - Percurso percorrido pelo trator T4 depois dos ajustes feitos na interface CMS Manager**

Deslocando-se a velocidades um pouco mais altas, por exemplo, quando o trator faz um percurso em estrada, repara-se que a precisão do trajeto traçado é muito reduzida (Figura 19). Neste caso, é traçado um percurso que não corresponde ao realmente feito pelo trator, uma vez que não descreve as curvas da estrada (desenhadas no mapa). Ou seja, há um desvio de metros em relação ao percurso real.



**Figura 19 – 1.º exemplo de falta de precisão no traçado do percurso feito pelo trator a velocidades mais altas**

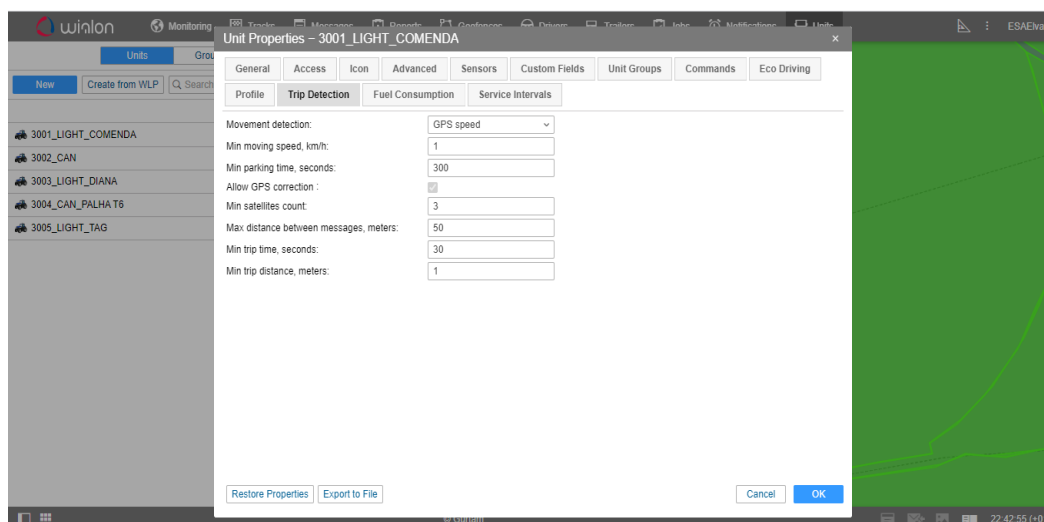
Como 2º exemplo, o percurso traçado na interface atravessa uma rotunda em linha reta, dando a ideia de que o trator não descreveu nenhuma curva (Figura 20). Pela representação do mapa sabe-se que existe naquele local uma rotunda que obriga o trator a contorná-la, e consequentemente a descrever uma curva que a isso possibilite. Deste modo, o traçado na interface não representa o percurso real percorrido pelo trator.



**Figura 20 – 2.º exemplo de falta de precisão no traçado do percurso feito pelo trator a velocidades mais altas**

Para tentar aproximar os pontos das mensagens coletadas, foi utilizado o separador “Detecção de disparo” no menu das propriedades da unidade. Alteraram-se os valores,

de forma a aproximar ao máximo os pontos das mensagens (Figura 21). No entanto, a “distância máxima entre mensagens, metros” permitida é de 50 metros, e é necessária uma proximidade muito maior entre as mensagens recolhidas. Todas as opções deste menu estão na forma de recolha de mensagens o mais próximo possível, embora longe da proximidade desejada.



**Figura 21 - Alterações feitas no menu do dispositivo, no sentido de aproximar ao máximo as mensagens emitidas**

### 3.4.2. BCE FMS500 StCAN

#### 3.4.2.1. Datas em que sabemos que ocorreram operações, mas não foram detetadas pelas plataformas

Segundo o agricultor, sabe-se que o trator T6 realizou as operações culturais descritas no Quadro 8. No entanto, o sistema de telemetria não registou nenhuma operação no mesmo intervalo de tempo.

**Quadro 8 - Áreas realmente trabalhadas pelo trator T6, mas não detetadas pela interface Hecterra**

Data	Operação	Campo	Area trabalhada, segundo o agricultor (ha)	Area registada pela interface Hecterra (ha)
04/03	Distribuição de adubo	Capela	64,14	0
06/03	Distribuição de adubo	Capela	15,98	0
27/04	Pulverização	Sapal	59,50	0

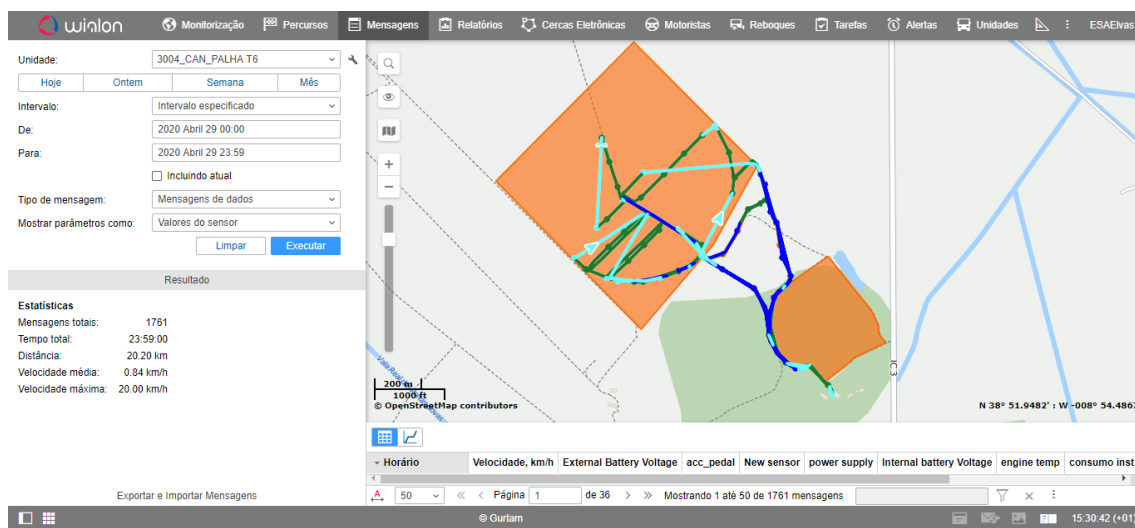
### 3.4.2.2. Datas em que ocorreram operações, mas não foram corretamente detetadas

Houve alguns intervalos de tempo em que as interfaces não registaram corretamente os percursos, e consequentemente, as áreas trabalhadas pelo trator T6. O Quadro 9 resume as diferenças de medição de áreas trabalhadas entre as interfaces e a realidade verificada pelo agricultor.

**Quadro 9 - Diferenças entre as áreas realmente trabalhadas pelo trator T6 e as áreas detetadas pela interface Hecterra**

Data	Operação	Campo	Área trabalhada, segundo o agricultor (ha)	Área registada pela interface Hecterra (ha)	Diferença de área (ha)
10/03	Pulverização	Capela	15,98	2,11	13,87
13/04	Pulverização	Capela	15,98	3,19	12,79
29/04	Distribuição de adubo	Sapal	59,50	9,28	50,22

No caso concreto do dia 29 de abril, segundo o Eng.º José Palha, foi distribuído adubo em 59,50 ha no *pivot* do Sapal. No entanto, com o percurso detetado pela Wialon (Figura 22), e enviado para Hecterra, apenas há registo de uma área trabalhada de 9,28 ha.



**Figura 22 - Percurso detetado pela Wialon referente ao trator T6 no dia 29 de abril**

Grande parte do trajecto feito na realidade pelo trator, não foi detetado, como por exemplo entre as 16:34:30 e as 17:15:30. Mais ainda, em vez de não ser apresentado qualquer trajeto por falta de dados, é traçada uma linha reta entre o último ponto em que se recolhe dados e o ponto onde se volta a recolher dados. Ainda assim, em todos os momentos deste intervalo de tempo, é assumida a posição do último ponto em que



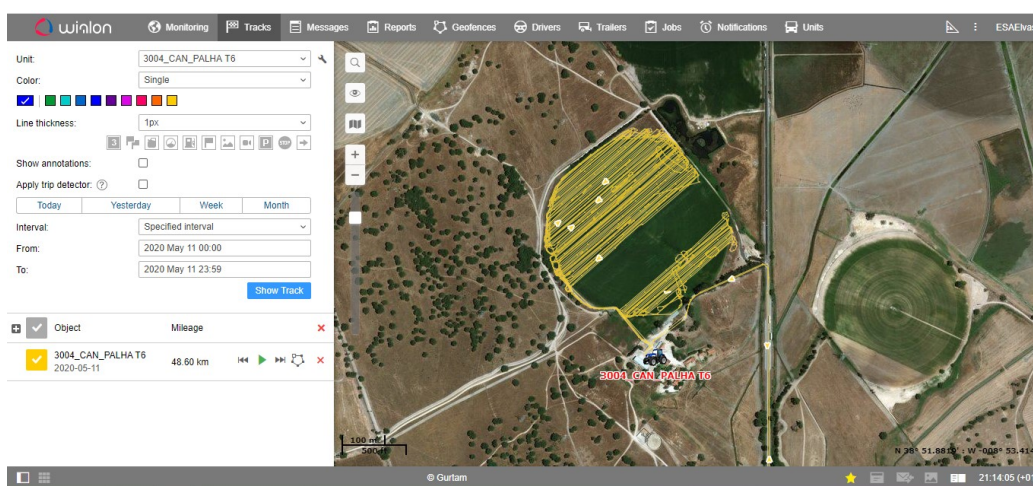
recolheu dados. Assim, apesar de termos dados de posição não estão corretos, porque o trator não esteve sempre naquele ponto. Todavia, continua a recolher dados dos restantes sensores.

Surgem alguns aspetos que podem ser causadores deste afastamento à realidade e que requerem uma análise, sendo os principais:

- Incorreta instalação dos dispositivos telemáticos de bordo;
- Falha de sinal de rede móvel;
- Falha no sinal GPS;
- Ajustes na interface.

### 3.4.2.3. Monitorização da operação de mobilização de solo na sementeira da cultura do milho

Como é possível ver na Figura 23, acedendo à interface Wialon tem-se conhecimento do percurso realizado pelo trator T6, no período de tempo desejado, através da sua representação no mapa. Neste caso, durante o dia 11 de maio de 2020, o trator realizou uma mobilização de solo na preparação da cama de sementeira para a cultura de milho para grão, utilizando uma grade de discos com largura de trabalho de 3 metros.



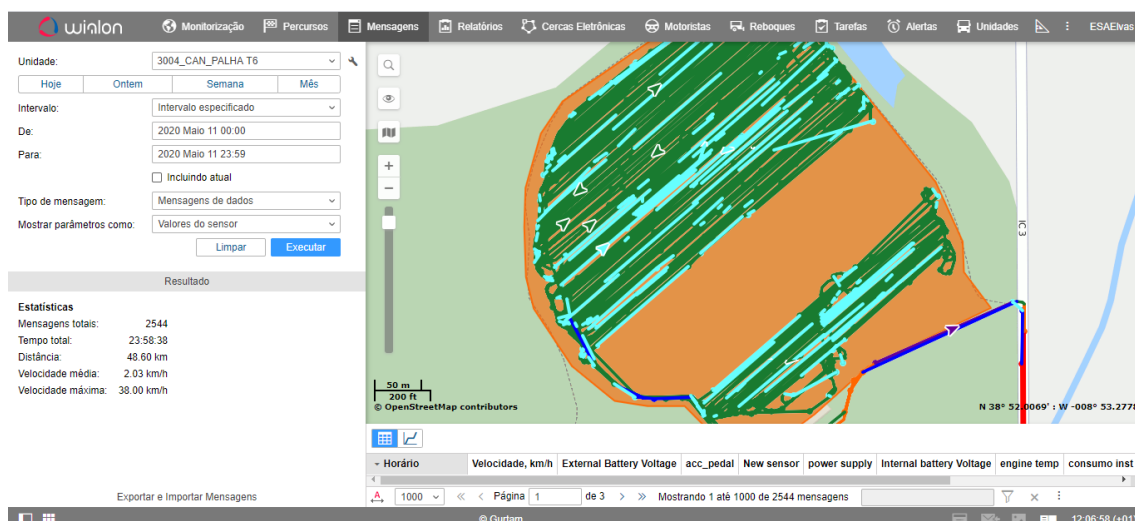
**Figura 23 - Percurso realizado pelo trator T6 a 11 de maio de 2020, segundo a interface Wialon**

Consultando a interface, sabe-se que o trator trabalhou 6 horas e 49 minutos dentro do pivot da Capela, onde percorreu 41,4 km. Tem-se também conhecimento das velocidades médias e máximas durante a operação (Quadro 10).

**Quadro 10 - Tempos de trabalho, quilómetros percorridos, velocidades médias e máximas do trator T6 durante a operação de mobilização de solo**

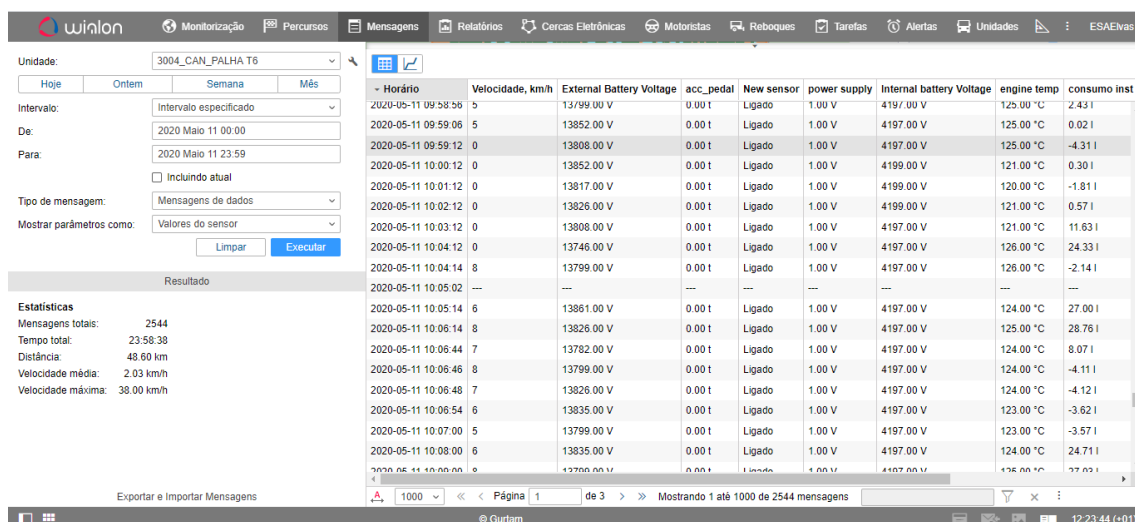
Cerca Eletrônica	Duração dentro	Quilometragem	Velocidade média	Velocidade máxima
Pivôt Capela	1 horas 55 minutos	11,19 km	6 km/h	9 km/h
Pivôt Capela	0 horas 20 minutos	2,03 km	6 km/h	8 km/h
Pivôt Capela	0 horas 26 minutos	2,65 km	6 km/h	9 km/h
Pivôt Capela	0 horas 13 minutos	1,64 km	7 km/h	11 km/h
Pivôt Capela	0 horas 7 minutos	0,67 km	6 km/h	10 km/h
Pivôt Capela	0 horas 9 minutos	0,88 km	6 km/h	9 km/h
Pivôt Capela	0 horas 11 minutos	1,19 km	6 km/h	8 km/h
Pivôt Capela	0 horas 17 minutos	1,72 km	6 km/h	8 km/h
Pivôt Capela	3 horas 7 minutos	19,41 km	6 km/h	9 km/h
	6 horas 49 minutos	41,4 km		

Consultando a interface Wialon, de forma a interpretar graficamente a variação de velocidade do trator durante a operação, reparou-se que parte considerável do percurso era assumida com velocidade de 0 km/h. Estes troços represantam-se na Figura 24 pelos traços a azul claro.



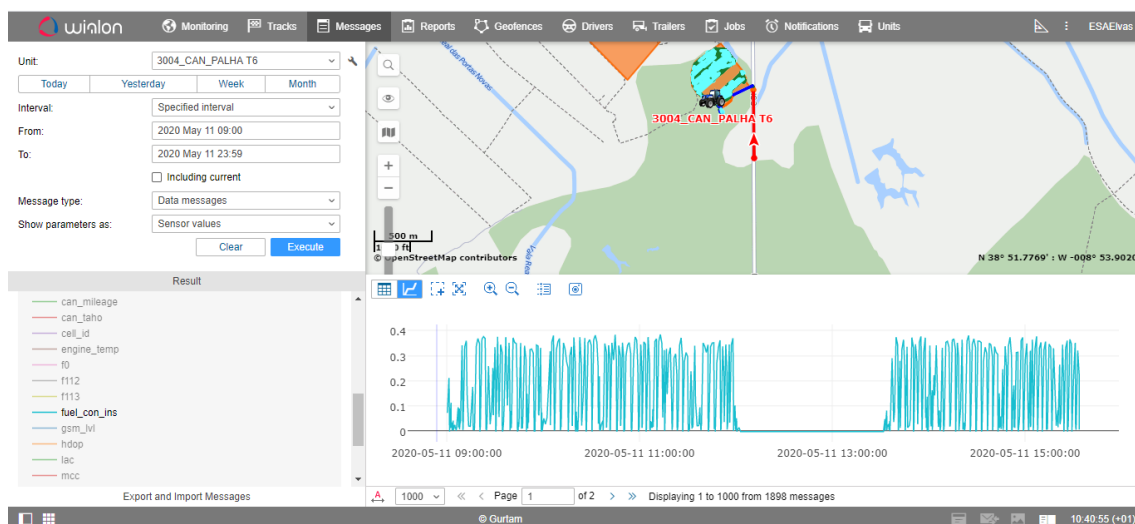
**Figura 24 - Representação das alterações de velocidade do trator T6 durante a operação de mobilização de solo a 11 de maio**

Pode-se destacar o período de tempo entre as 09:59:12 e as 10:04:12, em que temos o registo dos dados de todos os sensores menos da velocidade, que é assumida sempre como 0 km/h (Figura 25). Apesar de termos dados de posição (coordenadas geográficas), que em todos os momentos deste intervalo de tempo são o ponto onde começa o traço azul, não estão corretos, porque o trator esteve em movimento.



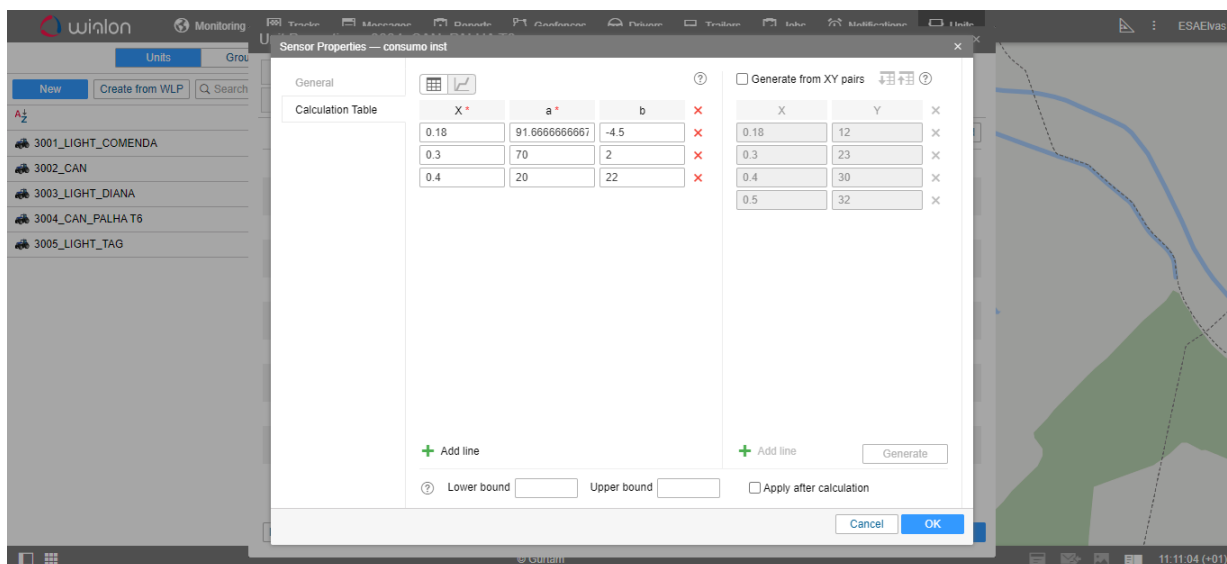
**Figura 25 - Registo das alterações de velocidade do trator T6 a 11 de maio**

É ainda possível ter acesso aos dados do funcionamento do trator em situação de trabalho. É ilustração disso, a Figura 26, que representa a variação do consumo instantâneo de combustível do trator durante a tarefa. Neste caso, pode ver-se que a escala do gráfico não corresponde aos valores reais de consumo de um trator. Porém, após a leitura do Guia Wialon, entende-se que é necessário calibrar os valores coletados pelos sensores com algoritmos.



**Figura 26 - Representação gráfica da variação de consumo instantâneo de combustível do trator T6 durante a operação de mobilização a 11 de maio**

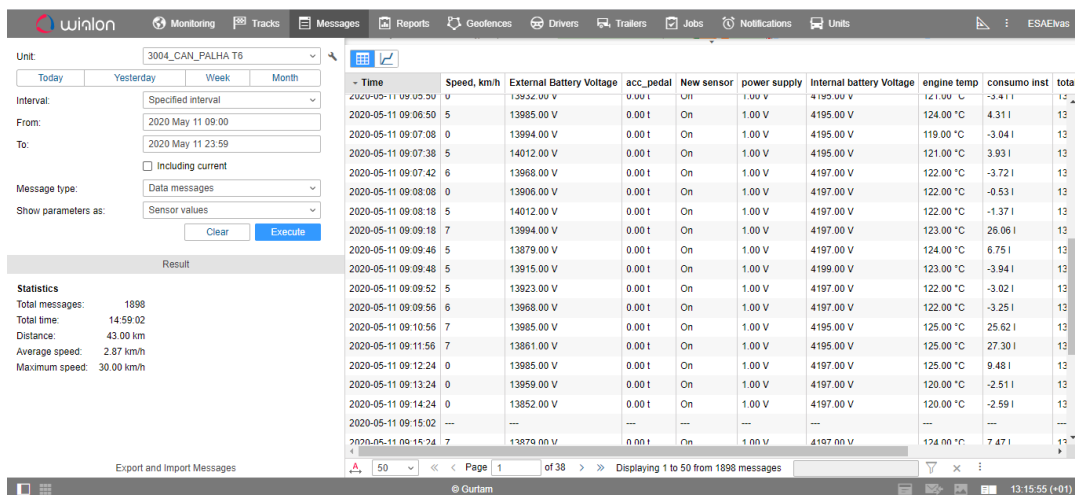
Devido à dificuldade de recolher dados reais sobre o consumo instantâneo de combustível em situações de trabalho, elaborou-se um algoritmo (Figura 27), com o objetivo de ver Wialon apresentar dados de consumo mais próximos da realidade do trator.



**Figura 27 - Algoritmo utilizado para ajustar o valor do consumo instantâneo do trator T6 emitido pela Wialon**

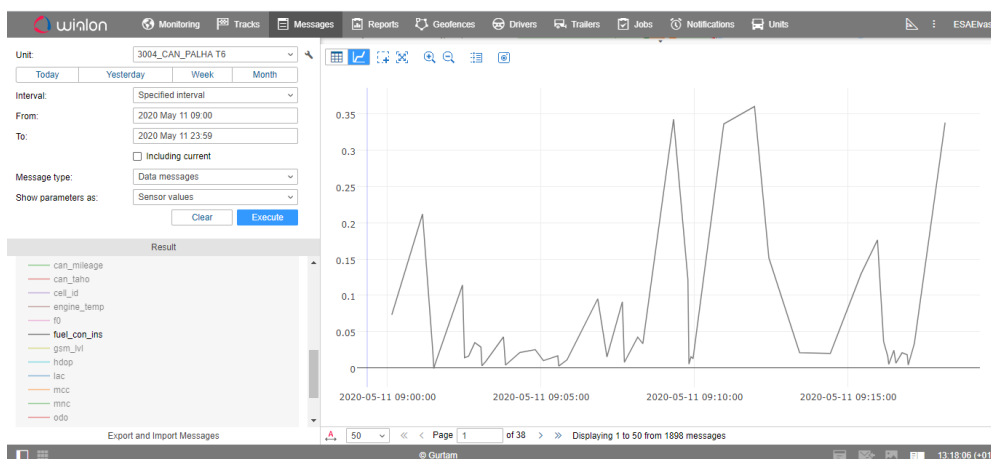
Contudo registraram-se alguns problemas:

- 1º problema: Em “Mensagens”, conseguem-se ter alguns valores mais próximos da realidade. Embora, se tenham outros que assumem valores negativos, mesmo estando estabelecido 0 como limite inferior (Figura 28).



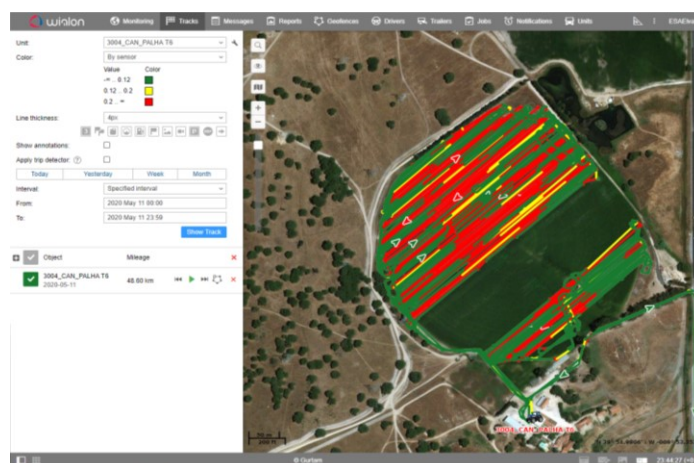
**Figura 28 - Consumo instantâneo de combustível com valores negativos**

- 2º problema: Representando graficamente os dados do intervalo de tempo especificado referente à figura anterior, verifica-se que a escala do gráfico continua com os valores anteriores à introdução do algoritmo (Figura 29). Portanto, temos valores "corretos" na tabela de mensagens, mas valores "errados" na escala do gráfico.



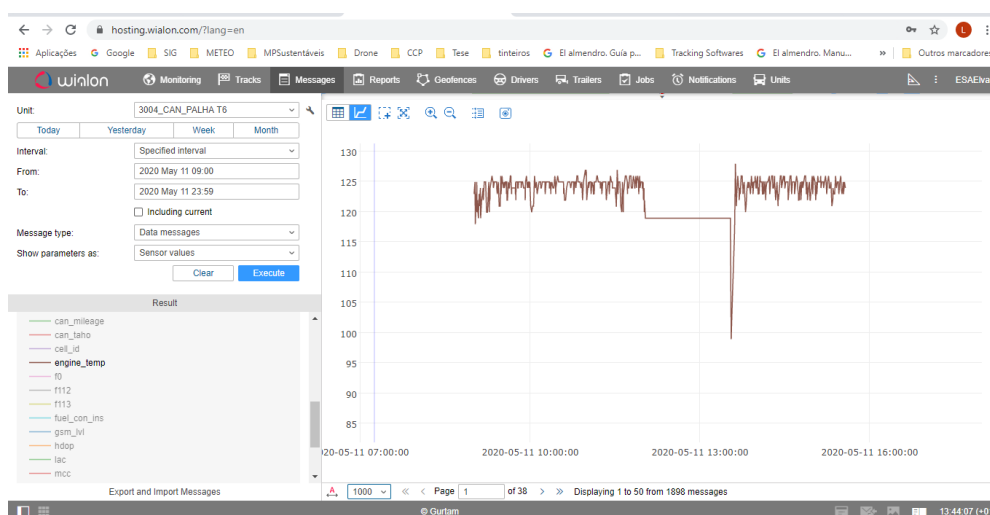
**Figura 29 - Gráfico do consumo instantâneo de combustível**

É possível representar o trajeto do percurso feito pelo trator de acordo com a variação dos parâmetros relativos ao seu desempenho. Torna-se interessante fazer uso desta ferramenta com o consumo de combustível, de forma a ter noção das zonas da parcela onde o consumo de combustível é maior, ou até mesmo onde ultrapassa valores máximos definidos. Neste exemplo (figura 30) representaram-se as zonas onde o consumo foi mais alto a vermelho, as zonas de consumo intermédio a amarelo e as zonas de consumo mais baixo a verde.



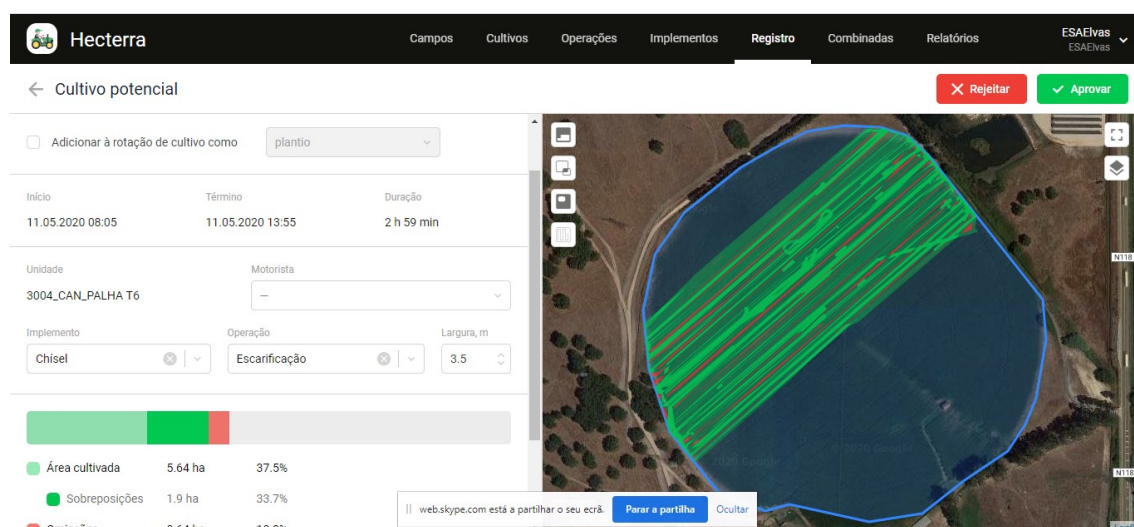
**Figura 30 - Representação do trajeto do trator T6 no mapa, segundo a variação do consumo de combustível**

Para além do consumo instantâneo de combustível, consegue-se recolher dados de outro parâmetro de desempenho que é a temperatura do motor. Apesar de se obterem valores, não se ajustam à realidade do trator, tal como quando o trator trabalhou no mesmo campo, no mesmo intervalo de tempo especificado no outro parâmetro. Os valores estão entre 120 e 125 °C, aproximadamente (Figura 31). No entanto, essas temperaturas estão um pouco acima do normal de um trator agrícola.



**Figura 31 - Dados de temperatura de motor do trator T6, durante a operação de mobilização de solo a 11 de maio**

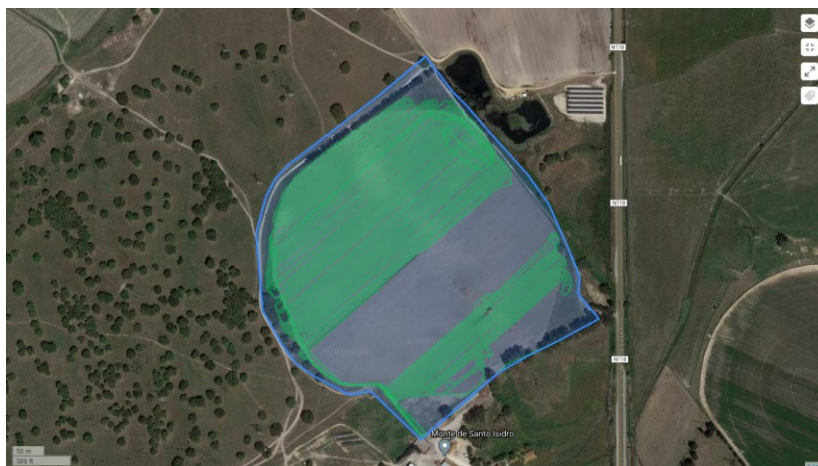
Acedendo à interface Hecterra, é possível ter uma representação gráfica do progresso das operações culturais (Figura 32). Também se consegue ver o percurso feito pelo trator sobreposto no mapa com imagem de satélite, bem como as áreas trabalhadas (verde esbatido), as áreas de sobreposição (verde vivo) e as áreas de omissões (vermelho).



**Figura 32 - Representação no mapa do progresso da operação de preparação da cama de sementeira para a cultura do milho, durante a sua realização pelo trator T6 a 11 de maio, segundo a interface Hecterra**

Neste caso em concreto, é possível ter noção ao final do dia da área trabalhada pelo trator, através da sua representação no mapa (Figura 33).





**Figura 33 - Representação no mapa da área trabalhada pelo trator T6**

Segundo esta interface, o trator trabalhou uma área de 9,83 ha, em 4 horas e 49 minutos. Para tal, percorreu 41,61 quilómetros (Figura 34).

Hecterra													
Intervalo		Tipo de relatório		Elemento		Grouping							
11.05.2020 - 11.05.2020		Por unidade		3004_CAN_PALHA T6		Por campo							
Cultivos 2		Duração 4 h 49 min		Quilometragem 41.61 km		Área cultivada 9.83 ha		Combustível consumido 0 l					
Operação	Duração	Unidade	Motorista	Implemento	Área cultiv...	Cultivado, %	Omissões	Omissões, %	Sobreposiç...	Sobreposiç...	Combustiv...	Avg. fuel c...	
Pivot Capela	Cultivos 2	Duração 4 h 49 min	Quilometragem 41.61 km	Área cultivada 9.83 ha	Combustível consumido 0 l								
Escarificaçãc	1 h 43 min	3004_CAN_P T6	Chisel	3.75 ha	20%	0.55 ha	13%	1.14 ha	30%	—	—		
Gradagem	3 h 6 min	3004_CAN_P T6	Grade Discos	6.08 ha	33%	0.7 ha	10%	2.12 ha	35%	—	—		

**Figura 34 - Dados sobre o desempenho do trator T6 durante a operação de mobilização de solo, a 11 de maio**

#### 3.4.2.4. Acompanhamento presencial para despiste a 13/07

Pela mesma necessidade sentida no acompanhamento do trator T4, foi realizado um despiste a 13 de julho ao trator T6 (posterior à alteração da pré-definição das baixas velocidades na interface CMS Manager), simulando uma gradagem na parcela do *pivot* do Sapal. Neste sentido foram registados o momento e a localização dos acontecimentos, a velocidade nalguns momentos e as horas do motor no início e no fim do despiste, conforme descritos no Quadro 11.

**Quadro 11 - Localização temporal e geográfica dos acontecimentos presencialmente detetados durante o acompanhamento do trator t6**

Hora (h:min)	Acontecimento	Localização	Velocidade	Horas do motor (h)
10:01	Ignição ligada	Monte	-	4758.6
10:04	Paragem para abrir porteira	Monte	-	-
10:08	Paragem para abrir porteira	<i>Pivot</i> do Sapal	-	-
10:09	Paragem para iniciar gradagem	<i>Pivot</i> do Sapal	-	-
10:12	Início de gradagem (3m de largura)	<i>Pivot</i> do Sapal	8.8/9.0 km/h	-
10:15	Gradagem	<i>Pivot</i> do Sapal	9.0/9.4 km/h	-
10:19	Manobras	<i>Pivot</i> do Sapal	-	-
10:23	Gradagem	<i>Pivot</i> do Sapal	9.6 km/h	-
10:25	Passagem mais próxima do centro do pivô	<i>Pivot</i> do Sapal	-	-
10:28	Fim da gradagem no pivô	<i>Pivot</i> do Sapal	-	-
10:30	Paragem para abrir porteira	<i>Pivot</i> do Sapal	-	-
10:35	Paragem para abrir porteira	Monte	-	-
10:36	Ignição desligada	Monte	-	4759.1

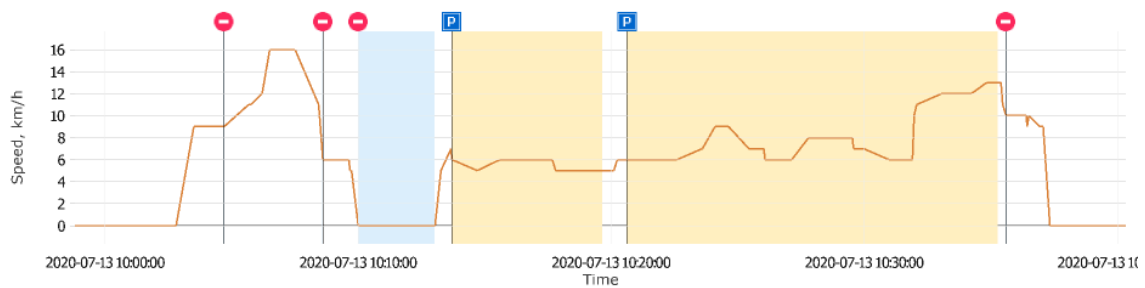
Pela consulta da interface Wialon, é possível recolher os dados de velocidade e tempos de trabalho do trator T6 durante o intervalo de tempo em que decorreu o despiste, coincidindo com os tempos registados presencialmente (Quadro 12). Pela consulta da Wialon, o trator T6 esteve dentro da parcela *Pivot* do Sapal durante 22 minutos e 48 segundos, dentro da qual percorreu 2,75 km, a uma velocidade média de 7 km/h, chegando a atingir como velocidade máxima 11 km/h.

**Quadro 12 - Dados sobre tempos de trabalho e velocidades do trator T6, segundo a interface Wialon**

Cerca Eletrônica	Duração dentro (h:min:s)	Tempo fora (h:min:s)	Duração de estacionamentos (h:min:s)	Distância (km)	Veloc. Média (km/h)	Veloc. Máxima (km/h)
3004_CAN_PALHA T6	0:41:32	10:40:20	0:20:30	4,59	7	19
Charneca	0:04:06	10:08:36	0:00:00	0,75	11	17
<i>Pivot</i> Sapal	0:22:48	10:32:04	0:17:20	2,75	7	11
Charneca	0:04:52	10:36:56	0:03:10	0,85	11	19

É ainda possível observar estes dados de forma gráfica (Figura 35).





**Figura 35 - Representação gráfica dos tempos de trabalho e variação de velocidade do trator T6**

O trajeto percorrido pelo trator T6 dentro da parcela do *Pivot* do Sapal, segundo a interface Wialon está representado pela linha azul escuro na Figura 36. Pela exportação do percurso da interface, pode ser consultado em Google Earth.



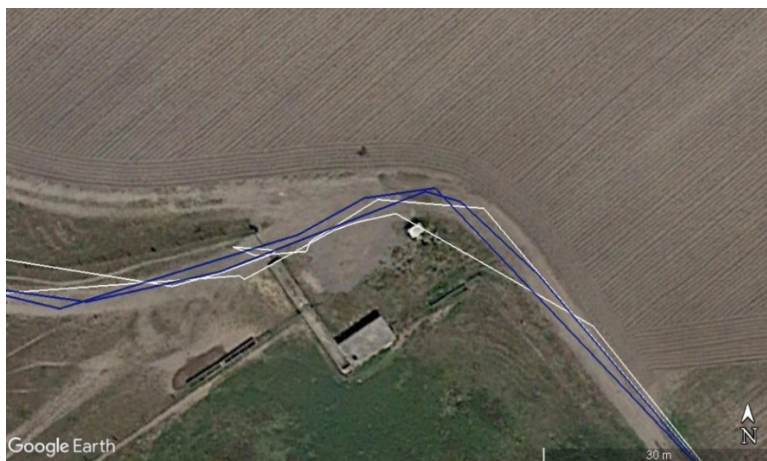
**Figura 36 - Percurso feito pelo trator T6 dentro do pivot**

Durante este despiste foi utilizado um dispositivo GPS de marca Garmin, a bordo do trator de forma a comparar os trajetos traçados pelos 2 dispositivos GPS (Garmin e BCE FMS500 StCAN). Na Figura 37, estão representados os trajetos traçados pelos GPS, onde a linha branca representa o trajeto do GPS Garmin, sendo este o mais preciso.



**Figura 37 - Trajetos traçados pelos GPS em comparação**

Contudo, houve algumas situações em que o GPS do dispositivo BCE FMS500 StCAN foi mais preciso. Como aconteceu no exemplo da Figura 38, onde o trator se deslocou a muito baixas velocidades, tendo mesmo momentos em que parou para a abertura de uma porteira.



**Figura 38 - Exemplo em que o dispositivo BCE FMS500 StCAN foi mais preciso a traçar o percurso**

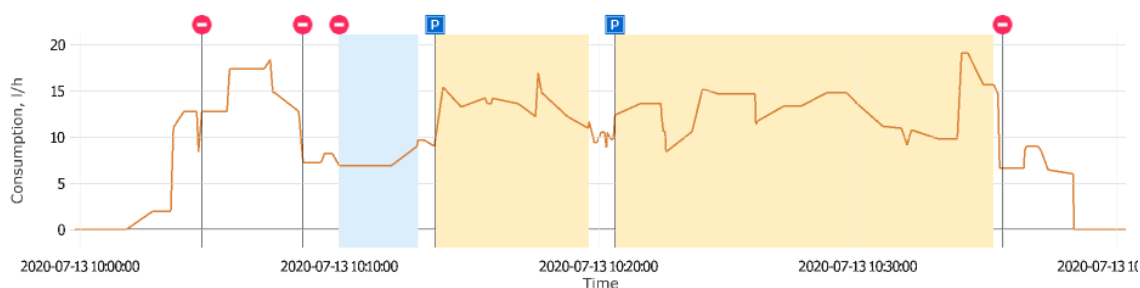
Consultando a interface Wialon, é possível recolher dados de parâmetros sobre o desempenho do trator durante a operação de despiste, em particular, o consumo de combustível e a temperatura do motor.

No caso do consumo de combustível obtem-se o Quadro 13, pelo que se sabe que o trator consumiu uma média de 185 l/100 km dentro da parcela do Pivot do Sapal. Reúnem-se dados sobre a duração de tempo que o trator esteve dentro de determinada parcela, a quantidade de combustível consumida dentro da parcela, e a média de consumo em litros por 100 km.

**Quadro 13 - Dados referentes ao consumo de combustível do trator T6 durante a operação de despiste**

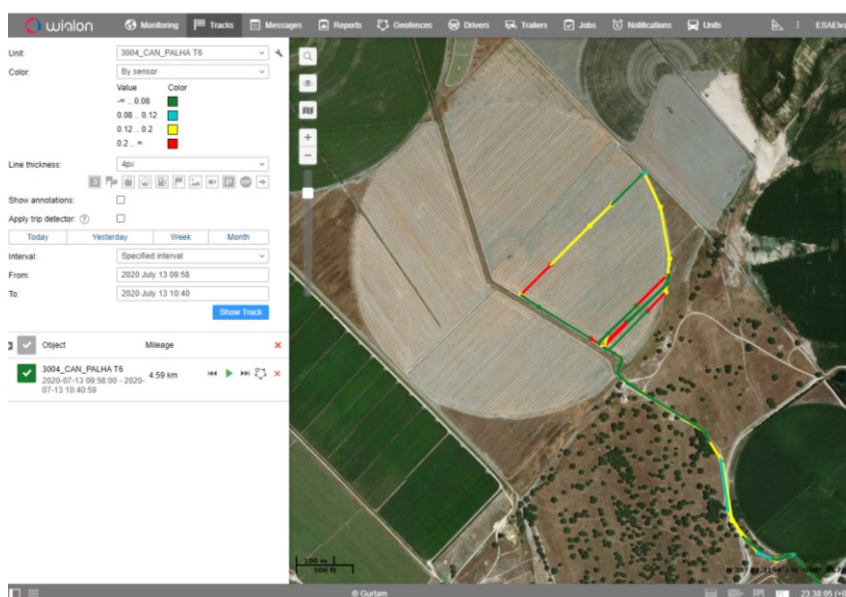
Geocerca	Duração dentro (h:min:s)	Consumido por valor (l)	Consumido por InsFCS (l)	Média de consumo (l/100km)
3004_CAN_PALHA T6	0:41:32	0,05	7,54	164
Charneca	0:04:06	0,01	0,86	115
Pivot Sapal	0:22:48	0,02	5,10	185
Charneca	0:04:52	0,01	1,06	125

O consumo de combustível do trator durante a operação pode também ser visto pela sua representação gráfica (Figura 39).



**Figura 39 - Representação gráfica do consumo de combustível do trator T6 durante a operação de despiste**

A variação do consumo de combustível do trator ao longo do trajeto durante a operação de despiste está representado na Figura 40.



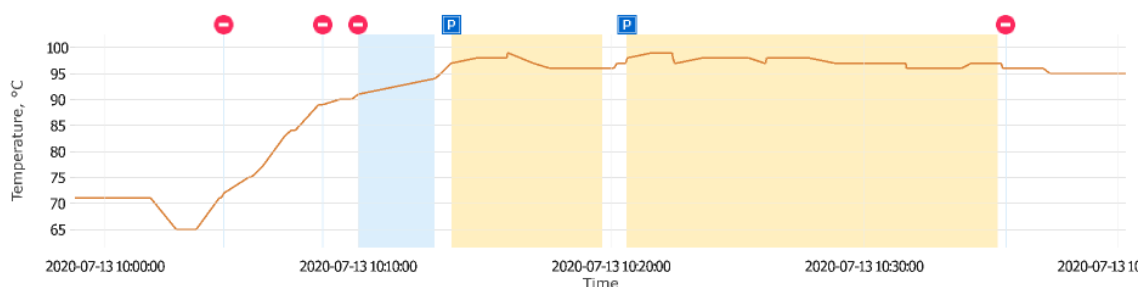
**Figura 40 - Representação pela Wialon do trajeto do trator T6 no mapa, segundo a variação do consumo de combustível na operação de despiste**

Foi criado um algoritmo que subtrai 25 unidades à temperatura de motor apresentada pela interface. Recolheram-se os dados sobre a temperatura média e máxima registada dentro de cada parcela em que o trator esteve durante a operação de despiste (Quadro 14). Por isso, sabe-se que dentro da parcela do *Pivot* do Sapal, a temperatura de motor média foi de 97 °C, chegando a atingir uma temperatura máxima de 102 °C.

**Quadro 14 - Dados sobre a temperatura de motor durante a operação de despiste**

Geocerca	Duração dentro (h:min:s)	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)
3004_CAN_PALHA T6	0:41:32	91	102
Charneca	0:04:06	78	89
<i>Pivot</i> Sapal	0:22:48	97	102
Charneca	0:04:52	97	100

Estes dados podem também aparecer na forma de representação gráfica (Figura 41).



**Figura 41 - Representação gráfica da temperatura de motor durante a operação de despiste**

### 3.4.2.5. Monitorização semanal (28/set – 02/out)

No seguimento dos casos de estudo anteriores e dos ajustes feitos nas interfaces, fez-se uma monitorização semanal do trator T6, entre o dia 28 de setembro e 2 de outubro de 2020. Note-se que os quadros e figuras que se seguem sobre esta monitorização, não foram exportados diretamente das interfaces. Foram necessários alguns ajustes para selecionar a informação que realmente interessava, e fazer-lhe uma correção linguística.

Em primeiro lugar, resumiram-se os tempos de trabalho, distâncias percorridas e velocidade média e máxima (Quadro 15), obtidos pela interface Wialon.



**Quadro 15 - Tempos de trabalho, distâncias percorridas e velocidades do trator T6 de 28 de setembro a 2 de outubro, segundo Wialon**

	seg	ter	qua	qui	sex	semanal	Média diária
	28/set	29/set	30/set	01/out	02/out		
Tempo de motor ligado (h:min:s)	5:09:08	7:36:58	6:39:14	6:23:54	6:00:04	31:49:18	6:21:52
Tempo de motor em movimento (h:min:s)	3:12:56	6:34:00	5:42:10	4:39:34	4:52:26	25:01:06	5:00:13
Tempo em marcha lenta (h:min:s)	1:56:12	1:02:58	0:57:04	1:44:20	1:07:38	6:48:12	1:21:38
Tempo de estacionamento	20:21:46	16:52:16	17:48:46	19:08:14	18:50:58	93:06:0	20:09:33
Quilómetros (km)	25	52	44	36	40	197	39
Velocidade média (km/h)	6	7	7	7	7	7	7
Velocidade máxima (km/h)	36	20	17	17	17	36	36

Através da funcionalidade da interface Wialon de exportação do trajeto feito pelo trator no período de tempo em questão, torna-se possível vê-lo representado no programa Google Earth. Tal como ilustra a Figura 42, onde este percurso está representado pelo traçado a vermelho.



**Figura 42 - Percurso realizado pelo trator T6 entre 27 de setembro e 03 de outubro de 2020**

Constata-se que o trator operou grande parte do tempo na parcela “Pivot do Sapal”, que segundo a interface Hecterra tem uma área de 62, 09 ha. Pela emissão de um relatório por Hecterra, tem-se o conhecimento das operações desempenhadas e máquinas operadoras utilizadas pelo trator T6. Obtém-se ainda os dados de áreas trabalhadas, omissões e sobreposições em cada operação (Quadro 16).

**Quadro 16 - Dados emitidos pela interface Hecterra sobre as operações desempenhadas pelo trator T6 durante a monitorização semanal na parcela Pivot do Sapal**

		Operação	Máquina operadora	Duração	Área trabalhada, ha	Área trabalhada, %	Omissões, ha	Omissões, %	Sobreposições, ha	Sobreposições, %
seg	28/set	Gradagem	Grade de discos	2 h 6 min	2,78	4%	5,82	68%	0,48	17%
ter	29/set	Gradagem	Grade de discos	9 h 4 min	9,36	15%	1,54	14%	3,45	37%
qua	30/set	Gradagem	Grade de discos	7 h 32 min	6,7	11%	0,84	11%	3	45%
qui	01/out	Gradagem	Grade de discos	7 h 52 min	5,16	8%	1,44	22%	2,57	50%
sex	02/out	Gradagem	Grade de discos	8 h 36 min	6,13	10%	1,33	18%	2,5	41%
				35 h 9 min	30.14 ha	48,0%			12	19,3

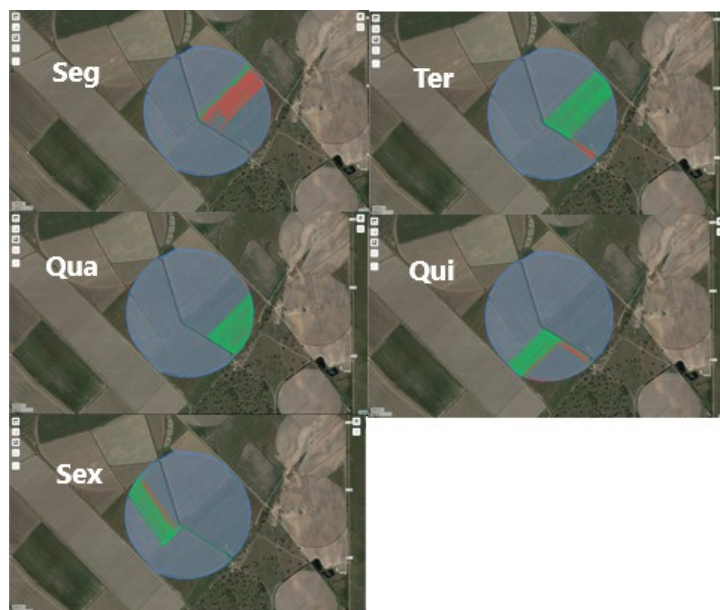
O trator realizou nesta parcela a operação de gradagem em 30,14 ha, com uma grade discos com largura de trabalho de 3 m, num total de 35 h e 9 minutos. A área trabalhada corresponde a 48 % da área da parcela, tendo feito uma sobreposição de trabalho em 12 ha, que correspondem a 19,3 % da área da parcela.

Pela consulta da interface Hecterra, obteve-se a representação no mapa da área trabalhada (verde esbatido) e área de sobreposições (verde claro) realizada pelo trator (Figura 43).



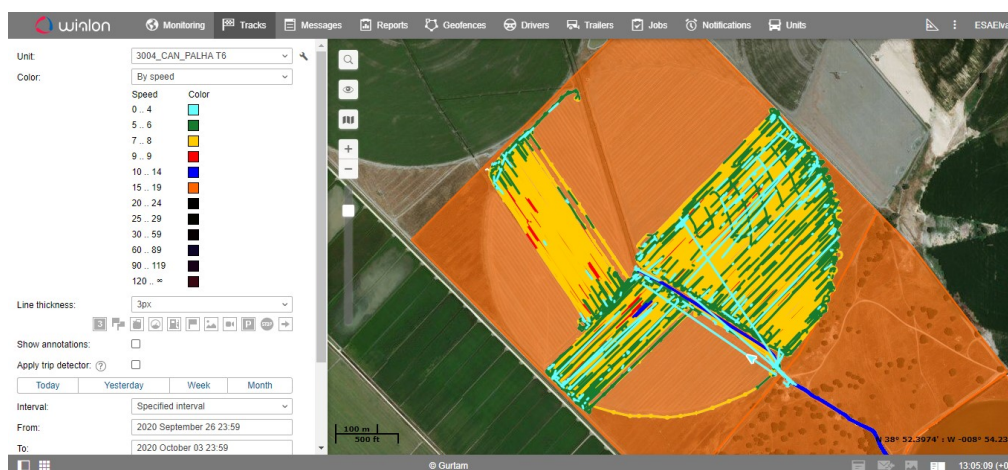
**Figura 43 – Representação no mapa da área trabalhada pelo trator T6 durante a monitorização semanal na parcela Pivot do Sapal**

É também possível ter uma noção das áreas trabalhadas (verde esbatido), áreas de omissões (vermelho) e sobreposições (verde claro) diárias pela sua representação no mapa (Figura 44).



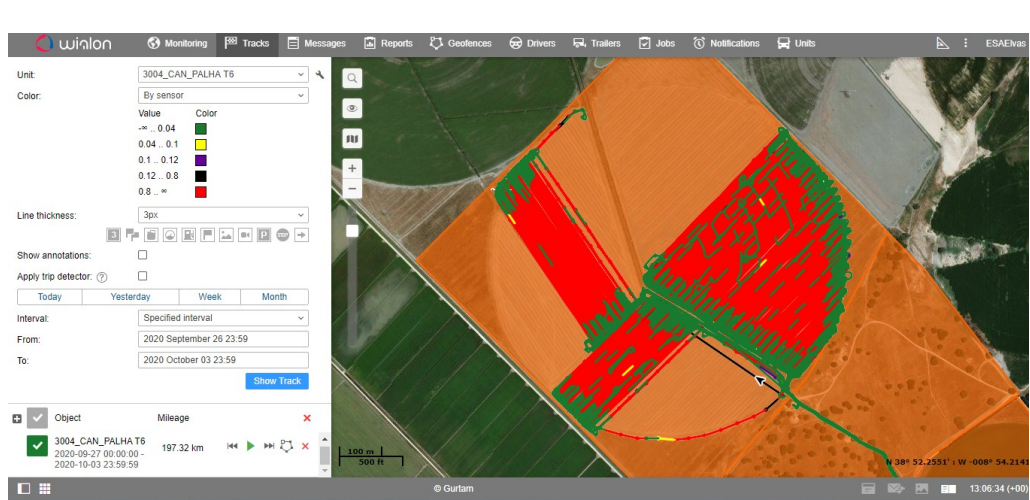
**Figura 44 - Representação diária da áreas trabalhadas pelo trator T6 na parcela Pivot do Sapal durante a monitorização semanal**

É possível consultar na interface Wialon a representação dos percursos realizados pelo trator T6, segundo um parâmetro desejável. Na Figura 45, pode ver-se representado o percurso semanal feito pelo trator segundo a velocidade adotada. Destaque-se nesta operação a cor amarela, que segundo a legenda corresponde a uma velocidade instantânea entre 7 a 8 km/h, e a cor verde que corresponde a uma velocidade instantânea entre 5 e 6 km/h.



**Figura 45 - Representação no mapa do percurso feito pelo trator T6 na parcela Pivot do sapal segundo a velocidade instantânea**

Na Figura 46, pode ver-se representado o percurso semanal feito pelo trator segundo o consumo de combustível instantâneo. Destaque-se nesta operação a cor vermelha, que corresponde a um consumo elevado, e a cor verde que corresponde a um consumo mais baixo.



**Figura 46 - Representação no mapa do percurso feito pelo trator T6 na parcela Pivot do sapal segundo o consumo instantâneo de combustível**



# 4. Análise Crítica e Propostas de Melhoria

## 4.1. Análise crítica

### 4.1.1. Escolha do sistema de rastreamento GPS Wialon

A escolha do sistema de telemetria estudado foi feita pela TERRAPRO, a qual suportou os custos associados à aquisição e manutenção do *hardware* e *software* necessário ao seu funcionamento. A mesma disponibilizou os meios (dispositivos e *software*) para atingir o principal objetivo de avaliar as potencialidades do uso da tecnologia de telemetria como instrumento de apoio à decisão.

A estratégia seguida nos ensaios realizados permitiu avaliar a correta implementação e eficiência dos equipamentos, sob pena de não ter sido assim realizada, termos uma tecnologia errada ou uma tecnologia correta usada de forma ineficiente, tal como indica Waiyaki (2013).

### 4.1.2. Dispositivos de bordo instalados

A escolha dos dispositivos teve em conta o custo associado a estes, mas também o intuito de que estes fossem de fácil e rápida instalação, e universais, podendo ser instalados nos tratores, independentemente da sua idade ou marca. Deste modo, atingir-se-ia um maior número de potenciais clientes. O que realmente faz sentido, uma vez que o PMA é antigo e está atualmente em franca renovação, como indicam as estatísticas do Recenseamento Agrícola 2009 (INE, 2011), dos resultados preliminares do Recenseamento de 2019 (INE, 2020), ou de Branco (2020).

Distinguindo os dois níveis de dispositivos instalados sabe-se que: o dispositivo de nível avançado, é pertinente instalá-lo em tratores fabricados depois de 1986, e que possuam a tecnologia CAN bus como indica Al-Aani (2019), sob pena da sua instalação em tratores mais antigos impedir o fornecimento de dados precisos e sucintos à gestão e monitorização do desempenho em tratores. Já o dispositivo de nível básico consegue enviar dados de posição do trator em que estiver instalado, independentemente da sua data de fabrico, utilizando o recetor GPS, permitindo assim conhecer a sua localização, tempos de trabalho, velocidades de trabalho e distâncias percorridas. Neste estudo em concreto não se sentiu qualquer problema que tivesse sido originado pela

incompatibilidade dos dispositivos com os tratores utilizados. Por tudo isto, considera-se que os dispositivos conseguem cumprir os requisitos de universalidade exigida.

Por outro lado, a instalação foi difícil, devido à necessidade da ligação ao sistema elétrico do trator por um processo moroso e que requer alguns conhecimentos teóricos e práticos, ao invés de se fazer apenas por uma ficha e uma tomada. Seria vantajoso agilizar este processo de ligação ao trator, evitando que o mesmo tenha que estar imobilizado por períodos mais prolongados, tornando o processo mais fácil junto da assistência técnica da exploração. Também Sorensen & Bochtis (2009) indicam que a fraca formação dos utilizadores inibe a integração dos SGF, considerando-se necessárias melhorias nos dispositivos no sentido de permitir uma fácil e rápida instalação.

A programação dos dispositivos foi feita pela TERRAPRO remotamente, acedendo à interface CMS Manager.

#### 4.1.3. Interfaces utilizadas

Com o objetivo de monitorizar os tratores foram utilizadas as interfaces Wialon e Hecterra, sendo o Google Chrome o navegador utilizado. Este navegador é apontado pelos fabricantes do sistema, como o mais eficiente para o suporte às interfaces. O computador normalmente utilizado no estudo da arquitetura e estrutura das plataformas e na interpretação dos casos de estudo tem um CPU de 1,7 GHz e 4 GB de RAM. Neste caso, quanto à interface Wialon, o CPU é ligeiramente superior ao mínimo indicado (1,6 GHz), e está um pouco abaixo do recomendado (2,4 GHz). E a memória RAM tem o valor um pouco acima do recomendado (2 GB). É de referir que não se notou qualquer problema por utilizar este navegador e este computador.

Apenas a TERRAPRO acedeu à interface CMS Manager, que se assume como bastante importante na gestão das unidades, principalmente, pelas necessidades sentidas nos casos de estudo descritos. Destaca-se o ajuste feita pelos técnicos de assistência à interface, para reconhecer os momentos em que o trator se desloca a baixas velocidades como tempos de movimento e não como estacionamento. Esta alteração às pré-definições do sistema tem total influência em todos os dados emitidos e consequentemente na tomada de decisão dos gestores que se apoiem neste sistema de telemetria.

Oksanen *et al.* (2016) indicam que os dados devem ter uma representação comum. Notou-se neste sistema em concreto, que deve ser melhorada a comunicação entre as 3 interfaces utilizadas, apesar da facilidade na sincronização entre as contas Wialon e Hecterra. Pela análise dos casos de estudo encontram-se situações em que as interfaces fornecem informações distintas para a mesma situação, o que pode indicar que devem ser melhoradas as ferramentas analíticas para lidar com o *big data*, e ainda o processo de harmonização de dados de sistemas internos de coleta de informações pelas interfaces.

Por outro lado, a utilização de 3 interfaces, permite um fluxo de dados de forma robusta e segura, tal como Oksanen *et al.* (2016) consideram importante. Desta forma o sistema garante que não é adulterado, conseguindo cumprir o interesse dos proprietários e dos fabricantes das máquinas agrícolas, de não se afetar o comportamento, a Vu e as funções essenciais de segurança das máquinas.

A segurança das interfaces está assegurada pela autenticação com nome de utilizador/senha. Pode dizer-se que as interfaces Wialon e Hecterra, permitem fácil acesso a todos os elementos, e apresentam uma lista de variáveis estruturada, tal como Sichonany (2011) considera relevante. Apesar da facilidade na sincronização entre as contas Wialon e Hecterra, surgiram alguns problemas em conseguir adaptar as situações à realidade agrícola. Também Munz *et al.* (2020) demonstraram a falta de interfaces compatíveis, e consideraram que deviam ser criados incentivos para a criação de aplicativos deste tipo na tecnologia agrícola.

As plataformas e as interfaces consultadas, de facto, funcionam como o ponto central que recebe e gere todos os dados que são transmitidos pelos sensores de bordo, permitindo coletar as respetivas informações, sobretudo a posição de cada veículo em tempo real, como também indicam Sichonany (2011) e Waiyaki (2013). Como noutros *software's* de gestão citados nos fundamentos teóricos, as informações fornecidas estão condicionadas à fidelidade dos dados para preenchimento de folhas de cálculo que alimentam a base de dados. Neste sentido, e pela análise dos casos de estudos deste trabalho, o sistema deve ser desenvolvido para obter dados com maior precisão, e consequentemente fornecer informações e respostas verdadeiras e fidedignas sobre o desempenho das máquinas agrícolas. Com este desenvolvimento, as plataformas e interfaces consultadas permitiriam aos gestores de PMA que nelas se apoiem, avaliar,

analisar e gerir corretamente o desempenho das máquinas agrícolas como refere Al-Aani (2020).

A compilação das informações gera relatórios de desempenho das máquinas que constituem o PMA, e são fornecidos ao utilizador em tempo real ou posteriormente, em formato de textos, gráficos ou imagens. Representam o estado da máquina num determinado momento e local, com a possibilidade de o sobrepor num mapa do campo que está a ser trabalhado pela máquina, como também refere Schmidt (2012). Aqui está patente a importância dos SIG na captura, armazenamento, consulta, manipulação e análise de dados referenciados em relação à superfície da Terra, como indica Ribeiro Jr (2007 citado por Sichonany, 2011). Este sistema faz um bom georreferenciamento das máquinas e trabalho desenvolvido, permitindo que os produtores melhorem a identificação de áreas de alta e baixa produtividade.

Consegue-se assim determinar a quantidade de tempo ou percentagem de tempo gasto pelas máquinas em cada estado durante um período de tempo predeterminado.

Do trabalho realizado, para além da necessidade de dados mais precisos, devem ser feitos ajustes nos relatórios emitidos, para transmitirem informações corretas e pertinentes ao utilizador. Destaca-se a necessidade da correção linguística e semântica, uma vez que os termos técnicos e as unidades de medida utilizados nos relatórios devem ser o mais corretos possíveis para não induzir em erro o gestor que neles se apoie. Esta correção não vem pré-definida, mas é importante fazer o tratamento das informações coletadas nas interfaces Wialon e Hecterra.

#### 4.1.4. Parâmetros analisados no sistema de telemetria em estudo

Estes casos de estudo contribuíram para cumprir o objetivo principal deste trabalho, mas também foram fundamentais para cumprir o objetivo secundário de determinar fatores de produtividade e eficiência no uso de máquinas agrícolas.

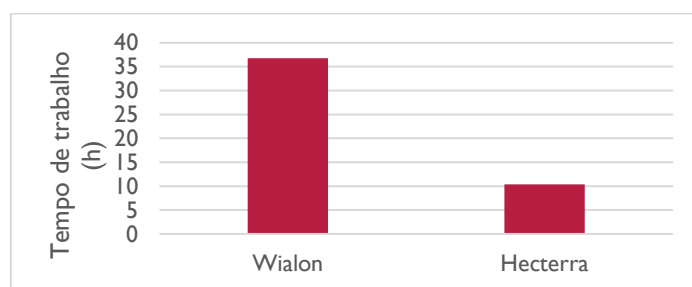
##### 4.1.4.1. Monitorização de parâmetros relacionados com o Rendimento de campo

No caso de estudo 3.4.1.1., sobre a operação de recolha de fardos pelo trator T4, reparou-se que existiam diferenças entre os tempos de trabalho e as distâncias percorridas registadas pelas 2 interfaces consultadas, referentes ao mesmo período de tempo (Quadro 17).

**Quadro 17 - Diferenças registadas pelas 2 interfaces nos tempos de trabalho e distâncias percorridas na operação de recolha de fardos**

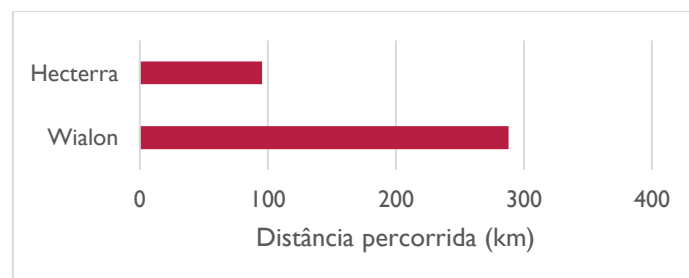
	Wialon	Hecterra	Diferença
Tempo de trabalho (h:min)	36:46	10:23	26:23
Distância percorrida (km)	288	95,42	192,58

Em Hecterra, foram contabilizadas 26 h e 23 min a menos que em Wialon (Figura 47). É de salientar que os tempos de trabalho e distâncias percorridas detectadas em Hecterra, apenas dizem respeito ao trajeto percorrido dentro das geocercas Monte/Currais e *Pivot*. Deste modo, o restante tempo de trabalho dispendido e distância percorrida deveram-se ao transporte de fardos a outras explorações (fora das geocercas da Herdade da Comenda).



**Figura 47 - Diferenças registadas nos valores de tempos de trabalho fornecidos pelas interfaces**

Há ainda uma diferença de 192,58 km, que não foram registados em Hecterra, como atesta a Figura 48.



**Figura 48 - Diferenças registadas nos valores de distâncias percorridas fornecidos pelas interfaces**

Este 1.º caso de estudo serviu para um primeiro contacto com o sistema de rastreamento. Permitiu perceber que o GPS estava a funcionar, de forma a georreferenciar o trator, bem como medir tempos de atividade e distâncias percorridas, ou seja, a permitir a monitorização dos ativos/tratores, permitindo melhorar o desempenho logístico e a eficiência de custos como destacam Waiyki (2013) e Kaivosoja & Linkolehto (2015). A importância desta monitorização é também referida por Castillo-Ruiz *et al.* (2015), que consideram os sistemas precisos de rastreamento de veículos por satélite, essenciais para alcançar a eficiência da operação agrícola mecanizada, pela determinação da posição da máquina em tempo real. Estes sistemas podem evitar viagens de longas distâncias para estar no local durante as operações, podendo reduzir o tempo e o custo das operações.

Constatou-se ainda, que neste tipo de tarefas, a interface Hecterra não acrescenta nenhuma mais-valia ao processo de monitorização das unidades e das tarefas, uma vez que não se necessitam dados de sobreposição nem omissão de áreas de trabalho.

No sentido de averiguar a precisão e veracidade deste tipo de dados, realizou-se o caso de estudo 3.4.1.2. sobre o mesmo dispositivo, durante o qual foi acompanhado presencialmente o trator T4 num trajeto realizado no seu quotidiano, tendo-se registado diferenças entre a realidade observada e os dados coletados pelo sistema Wialon (Quadro 18).

**Quadro 18 – Diferenças de tempos de trabalho e estacionamento entre a realidade observada e a interface Wialon**

	Presencial	Wialon	Diferença
Tempo de trabalho (min)	20	19	-1
Tempo de estacionamento (min)	3	4	+1

Deste modo, houve uma pequena diferença no que Wialon contabilizou como tempos de trabalho e de estacionamento. Verificou-se ainda um desfasamento entre o momento em que o início e o fim do estado do trator era registado pelo sistema, e o momento em que ele acontecia na realidade, como representa a Figura 16. Às 10 horas e 35 minutos o sistema ainda registou uma velocidade de 6 km/h, quando o trator já estava

parado. E entre as 10 horas e 37 minutos e as 10 horas e 41 minutos registou velocidade 0 km/h, mas na verdade o trator já se estava a deslocar. Durante este período, não foram contabilizados dados de desempenho do trator, como velocidade ou distância percorrida. Este problema poderá surgir pela fraca rede móvel, que não permite uma rápida transmissão de dados entre os dispositivos de bordo e a plataforma.

Pela monitorização do percurso percorrido pelo trator, reparou-se que este não estava corretamente delineado no período de tempo entre as 10 h 35 min e as 10 h 45 min, tendo influenciado os valores de tempos de trabalho e de estacionamento registados. Os dados de posição deste intervalo de tempo, são em todos os momentos o mesmo ponto, não estando corretos, uma vez que o trator esteve em movimento e não esteve sempre naquele ponto. Contudo a interface traça na mesma o troço do percurso, dando-lhe uma representação no mapa que não corresponde à realidade.

Sabendo que a plataforma assume que o trator percorreu 1,81 km dentro do período de tempo estabelecido, não se pode estimar a que percentagem de distância percorrida corresponde, uma vez que não há dados de velocidade, nem de distância percorrida no troço do trajeto em questão. Deste modo são influenciados todos os dados sobre o trator, não possibilitando um fluxo de informações corretas e dificultando a monitorização das atividades, como identifica Waiyaki (2013). É influenciada diretamente a gestão do PMA, através da capacidade de planeamento que serve para melhorar a eficiência das operações agrícolas e reduzir o custo da operação dos serviços de manutenção a providenciar durante as operações agrícolas, como referem Hu *et al.* (2020) e Sorensen & Bochtis (2009).

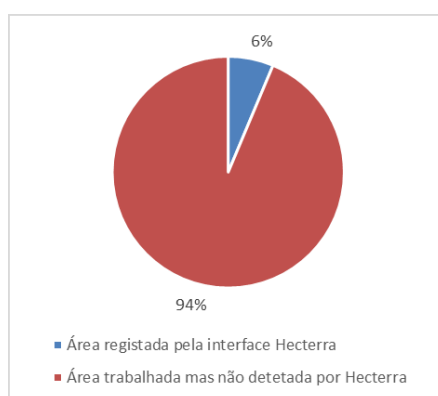
Também se notaram diferenças entre os dados reais de posicionamento do trator T6 e os dados coletados pelas interfaces. Destaca-se a tarefa do dia 29 de abril, quando foi distribuído adubo em 59,5 ha, e as interfaces detetaram uma área trabalhada de apenas 9,83 ha. Grande parte do trajeto feito pelo trator não foi detetado nem se coletaram dados de desempenho. Serve de exemplo o troço entre as 16 h e 34 min e as 17 h e 15 min, em que, à semelhança com o que aconteceu no outro dispositivo, os dados de posição são em todos os momentos o mesmo ponto, não estando correto, uma vez que o trator esteve em movimento. Igualmente ao exemplo do trator T4, é traçada uma linha reta entre o último ponto onde tinha coletado dados de posição (16:34:30), e o ponto onde volta a coletá-los (17:15:30).

Para além desta situação, ocorreram outras semelhantes, em que o trator T6 realizou tarefas que não foram corretamente detetadas pelo sistema, e tarefas que não foram detetadas na totalidade pelo sistema. Estas encontram-se resumidas no Quadro 19.

**Quadro 19 - Diferenças entre as áreas realmente trabalhadas pelo trator T6 e as informações coletadas por Hecterra**

Data	Operação	Campo	Area trabalhada, segundo o agricultor (ha)	Area registada pela interface Hecterra (ha)	Area trabalhada mas não detetada por Hecterra (ha)
04/03	Distribuição de adubo	Capela	64.14	0	64.14
06/03	Distribuição de adubo	Capela	15.98	0	15.98
27/04	Pulverização	Sapal	59.5	0	59.5
10/03	Pulverização	Capela	15.98	2.11	13.87
13/04	Pulverização	Capela	15.98	3.19	12.79
29/04	Distribuição de adubo	Sapal	59.5	9.28	50.22
Total			231.08	14.58	216.50

Existe uma diferença de 216,5 ha, entre a área detetada por Hecterra e a área realmente trabalhada. No total, a interface não fornece dados de 94% da área trabalhada pelo trator nos períodos de tempo indicados, como demonstra a Figura 49.



**Figura 49 - Diferenças entre as áreas trabalhadas realmente pelo trator T6 e as informações coletadas por Hecterra**

Destaca-se ainda o período de tempo entre as 09 h e 59 min e as 10 h e 4 min, do caso de estudo 3.4.2.3., em que também se registaram problemas nos dados de posição do



trator. Para além da posição ter uma precisão a nível métrico, existem vários troços no percurso em que os dados de velocidade e de distância percorrida não estão corretos. Apesar de termos dados de posição (coordenadas geográficas), em todos os momentos deste intervalo de tempo são o mesmo ponto, e não estão corretos, porque o trator esteve em movimento. Certamente que este incorreto posicionamento influencia as informações fornecidas pelas interfaces, que assumem um tempo de trabalho de 6 h e 49 min, e uma distância percorrida de 41,4 km. Influencia ainda as áreas trabalhadas, de sobreposição e de omissão calculadas em Hecterra. Isto porque Hecterra sincroniza-se com Wialon e recebe o percurso detetado por este. Estando este percurso mal delineado, também todas as áreas calculadas por Hecterra estarão aquém das áreas reais da operação.

Com todas estes problemas de posicionamento registados, foi feita uma análise no sentido de conhecer a origem deste desfazamento nos dados de posição, pondo-se em hipótese as seguintes possibilidades:

i. Incorreta instalação dos dispositivos de bordo

Os dispositivos de bordo processavam os dados recebidos pelos satélites de posicionamento e pelos sensors de bordo, como define Waiyki (2013). O problema não residia na ausência total de dados, mas sim nalguns momentos. Por isso se constatou que os dispositivos estavam corretamente instalados, coletavam dados e transmitiam-nos através de um *modem* GSM.

ii. Falha de rede móvel

Segundo Sichonany *et al.* (2012) a tecnologia GSM oferece o serviço de transmissão de dados nos mais diversos lugares, incluindo os de difícil acesso. Mas Oksanen *et al.* (2016) afirmam que as redes móveis são a resposta óbvia à tecnologia de comunicação entre os dispositivos móveis e a internet, caso haja cobertura na área onde os dispositivos móveis operam.

iii. Falha no sinal GPS

Pelo facto de o problema ser um posicionamento incorreto, e não a falta dele, assumiu-se de entre as possíveis falhas apresentadas por Stopher (2004 citado por Waiyaki, 2013), que a falha pudesse estar no recetor do utilizador.

#### iv. Ajustes nas interfaces

De acordo com um documento publicado pelo CEMA (2020), é fundamental que os dispositivos e sistemas possam receber e enviar informações, mas também que as entendam. Neste sentido, os problemas sentidos no posicionamento dos tratores poderiam estar na troca de dados entre as interfaces e o mundo exterior.

Pela consulta aos técnicos de assistência das interfaces, ficou claro que as interfaces estão pré-definidas para frotas diferentes da realidade agrícola. Neste sentido, as interfaces contam o tempo em que o trator se desloca a baixa velocidade como tempo de estacionamento. Para que as baixas velocidades fossem contabilizadas como tempo de trabalho, foi necessário fazer alterações às pré-definições da interface CMS Manager. Este ajuste serviu para demonstrar a necessidade de utilizar esta interface para um bom funcionamento do sistema e para uma coleta de dados fidedignos e representativos da realidade.

Em posteriores monitorizações da actividade dos tratores, notou-se que estas alterações permitiram melhorar a qualidade dos dados obtidos. Uma vez que, se passou a ter um delineamento mais correto dos percursos dos tratores e dos dados de desempenho destes, tais como velocidade e distância percorrida.

É exemplo o caso de estudo 3.4.2.4., em que a interface indica que o trator T6 trabalhou 22 minutos dentro da parcela *Pivot* do Sapal, tal como foi observado.

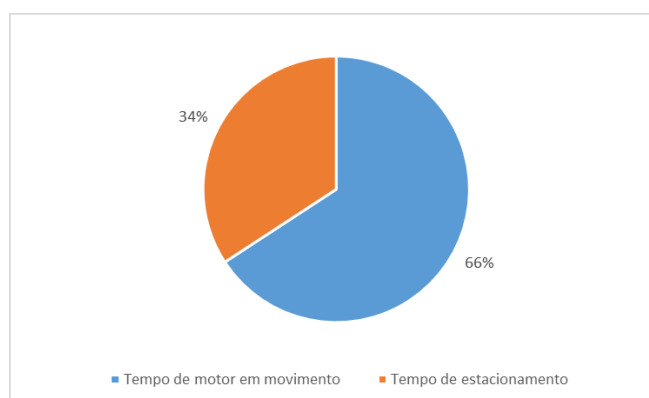
Todavia, reparou-se que ainda assim, a precisão do percurso delineado é um pouco fraca, devido a desvios de metros em relação ao percurso real. Durante o caso de estudo 3.4.2.4., comparou-se a precisão do percurso traçado pelo sistema em estudo e o percurso traçado por outro dispositivo GPS. Constatou-se que o sistema Wialon tem boa precisão a traçar os troços do percurso em que as máquinas se deslocam a baixas velocidades, no entanto deve ser melhorada a precisão no traçado dos troços em que as máquinas trabalham a velocidades mais altas. Kaivosoja & Linkolehto (2015) referem sobre este assunto que a precisão e confiabilidade do posicionamento GNSS autónomo podem não ser suficientes, ao que Jalba *et al.* (2010) acrescentam que a precisão de posicionamento é métrica.

De forma a conseguir um uso mais eficiente dos equipamentos agrícolas é necessário o aumento de precisão para o nível centimétrico como indicam Leer & Lowenberg-

DeBoer (2004 citado por Perez-Ruiz et al., 2011). Para tal objetivo apresentam-se soluções como o uso de sistemas RTK (Perez-Ruiz et al., 2011); (Dabove, 2019), ou o uso de sistemas RTX, que excluem a necessidade de equipamentos adicionais, como rádios e antenas, ou o uso direto de uma infraestrutura de estação-base de referência, como indicam Carballido et al. (2014) e Leandro et al. (2011).

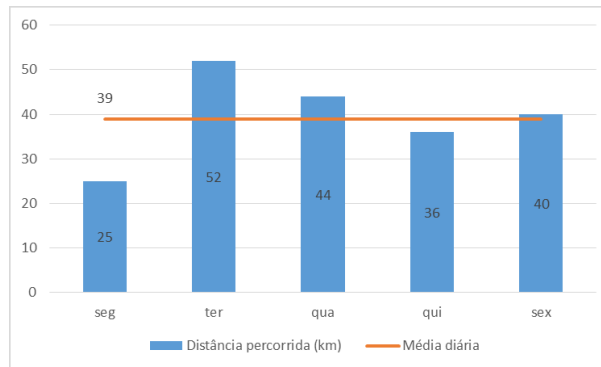
De forma a compilar todos os ajustes feitos no sistema, monitorizaram-se as atividades realizadas durante um período semanal, em que o trator T6 esteve afeto a operações de mobilização de solo. Com esta metodologia, conseguiram-se alcançar informações relevantes sobre funcionamento desta máquina e respetivo  $\eta$ .

Começando pela Figura 50, é possível ter uma noção do tempo de inatividade da máquina durante o horário de trabalho semanal. Para isso são importantes os dados de tempo de motor em movimento e tempo de estacionamento fornecidos pela interface Wialon. Neste caso em concreto, através das informações disponibilizadas por Wialon, pode-se dizer que o trator T6 esteve estacionado durante 34 % do horário de trabalho semanal (8 h diárias).



**Figura 50 - Percentagem de tempo de movimento e tempo de estacionamento do trator T6 durante o intervalo de tempo em que decorreu a monitorização**

Também é possível conhecer as distâncias percorridas pelo trator diariamente, podendo distinguir os dias que estiveram abaixo dos que estiveram acima da média semanal (Figura 51). Analisando os dados, depreende-se que terça-feira, quarta-feira e sexta-feira estiveram acima da média semanal, destacando-se a terça-feira como o dia em que os km percorridos mais se afastaram da média semanal, superando-a. Já a segunda-feira foi o dia em que o trator percorreu menos km, distanciando-se da média semanal, não alcançando, como também não alcançou na quinta-feira.



**Figura 51 - Distância percorrida diariamente em comparação à média semanal**

Durante o intervalo de tempo em que decorreu o caso de estudo 3.4.2.5., o trator realizou uma operação de mobilização de solo com uma grade de discos com Lt de 3 m, na parcela *Pivot* do Sapal (62,09 ha). Com os dados de tempos de trabalho, áreas trabalhadas e velocidades médias fornecidos pelas interfaces, foi possível calcular os valores de  $C_t$  e  $C_{ef}$  (Quadro 20). Nos dados de tempos de trabalho e velocidade média há sempre uma diferença entre os valores apresentados por uma e outra interface. No final, estas diferenças resultam em valores distintos de  $\eta$  calculado. Note-se que estas diferenças são significativas, e pressupõem para a exigência de alguma calibração do sistema, ou um fluxo irregular dos dados entre as interfaces do sistema.

**Quadro 20 - Dados de desempenho do trator T6 durante a monitorização semanal**

	Máquina operadora	Lt (m)	Duração (h)		Área trabalhada (ha)		Velocidade média (km/h)		Ct (ha/h)		Cef (ha/h)		$\eta$ (%)	
			Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra
seg	Grade de discos	3	2,6	2,1	2,78		5,36	6,03	1,61	1,81	1,07	1,32	66,5	72,9
ter			6,9	9,1	9,36		6,98	7,14	2,09	2,14	1,36	1,03	65,1	48,1
qua			5,8	7,5	6,70		6,94	6,96	2,08	2,09	1,16	0,89	55,8	42,6
qui			8,1	7,9	5,16		4,30	7,13	1,29	2,14	0,64	0,66	49,6	30,8
sex			4,7	8,6	6,13		7,64	7,22	2,29	2,17	1,30	0,71	56,8	32,7
Total semana			28,1	35,2	30,13		6,24	6,90	1,87	2,07	1,11	0,92	58,7	45,4

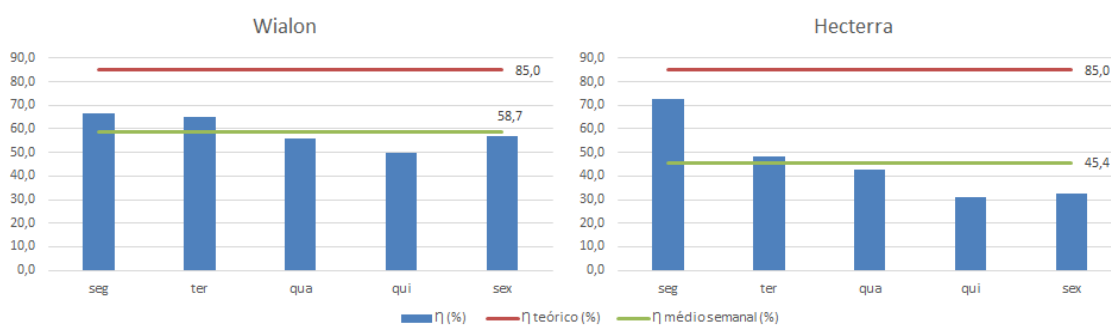
Os dados fornecidos por Wialon permitem calcular um  $\eta$  de 58,7 % de toda a operação de mobilização com uma grade de discos com  $L_t$  de 3 m, efetuada no intervalo de tempo da monitorização do caso de estudo 3.4.2.5.. Já os dados fornecidos por Hecterra permitem calcular um  $\eta$  de 45,4 % da mesma operação.

De modo a comparar estes valores de  $\eta$ , deve ter-se em conta o valor teórico calculada a partir dos dados de velocidade de trabalho e  $\eta$  estipulados por Conceição (2016), apresentado no Quadro 21.

**Quadro 21 -  $\eta$  teórico da operação de mobilização com a grade de discos utilizada**

Máquina operadora	$L_t$ (m)	Velocidade teórica (km/h)	$C_t$ teórica (ha/h)	$\eta$ (decimal)	$C_{ef}$ teórica (ha/h)	$\eta$ teórico (%)
Grades de discos	3	6,5	1,95	0,85	1,66	85

Os gráficos da Figura 52 conseguem ilustrar a diferença entre os  $\eta$  calculados através dos dados fornecidos pelas interfaces e o  $\eta$  teórico. No caso do  $\eta$  calculado através de Wialon, está abaixo do  $\eta$  teórico 21,4 %, enquanto o  $\eta$  calculado através de Hecterra afasta-se negativamente 43,9 %.



**Figura 52 – Comparação dos  $\eta$  calculados, referentes à operação de mobilização com grade de discos**

Ainda com os dados fornecidos pela plataforma Hecterra, sabe-se que durante a operação o trator efetuou uma sobreposição de trabalho em cerca de 12 ha. Caso o trator fosse guiado de maneira a eliminar esta sobreposição de trabalho, e a área sobreposta se acrescentasse à área trabalhada, esta última passava de 30,14 ha para 42,14

ha. Desta forma, aumentar-se-ia a área total trabalhada, sem aumentar o tempo de trabalho dispendido, nem alterando a velocidade média adotada pelo trator. Esta alteração daria origem a um incremento no  $\eta$  da operação, como se demonstra no Quadro 22.

**Quadro 22 - Influência da área de sobreposições feitas pelo trator durante a operação de mobilização com grade de discos**

	Máquina operadora	Lt (m)	Duração (h)		Área trabalhada (ha)		Velocidade média (km/h)		Ct (ha/h)		Cef (ha/h)		$\eta$ (%)	
			Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra	Wialon	Hecterra
Total semana	Grade de discos	3	28,1	35,2	42,14		6,2	7,0	1,86	2,10	1,50	1,20	80,6	57,0

Com este aumento do  $\eta$  da operação, segundo os dados de Wialon, alcançar-se-ia um  $\eta$  de 80,6 % muito próxima do  $\eta$  teórico de 85 %. Ainda assim, com os dados de Hecterra alcançar-se-ia um  $\eta$  de 57,0 %, um pouco afastada do  $\eta$  teórico.

Serve a análise à influência das áreas de sobreposição no  $\eta$ , para demonstrar a importância do seu cálculo e comunicação feita pela interface Hecterra.

Dadas as diferenças registadas nos valores dos parâmetros de rendimento de operação do trator, revela-se a importância de novos estudos para atestar a veracidade e fidedignidade dos valores fornecidos pelos sistemas de telemetria, comparando-os com valores obtidos por outros meios e tecnologias.

#### 4.1.4.2. Monitorização dos parâmetros relativos ao desempenho das máquinas

Foi possível aceder aos dados de parâmetros relativos ao desempenho do trator T6 em situação de trabalho, mas apenas a este trator, por ter sido o único que foi equipado com o dispositivo que permite usar o CAN bus (BCE FMS500 StCAN).

Este estudo focou-se nos parâmetros do consumo de combustível e da temperatura de motor. O motivo da escolha do parâmetro sobre o consumo de combustível deveu-se ao facto de este ser um item de tão especial importância no custo por hora das máquinas agrícolas, como referem os autores Noronha (1991 citado por Sichonany, 2011) e Lopes *et al.* (2004 citado por Sichonany, 2011). A escolha do parâmetro da temperatura de motor deveu-se ao facto deste servir para garantir remotamente que as máquinas operam dentro de valores predefinidos, e caso ocorram desvios possam ser tomadas

medidas de planeamento e execução de reparação e manutenção das máquinas, como acontece noutros sistemas como citado por Claver (2019) a propósito do sistema AFS Connect.

Depois da programação necessária nas definições do dispositivo na interface Wialon, constatou-se no caso de estudo 3.4.2.3., que esta interface, de facto, fornecia informações sobre o consumo instantâneo de combustível. No entanto, os dados não eram apresentados numa unidade de medida corrente, como por exemplo litros ou litros por hora. Deste modo, viu-se dificultada a compreensão dos dados de desempenho da máquina, demonstrando que as interfaces requerem algumas melhorias no sentido de permitirem um acesso fácil aos dados relevantes, como refere Sichonany (2011).

Uma vez que a tecnologia está munida do protocolo SAE J1939, os dados brutos do CAN deveriam ser apresentados em unidades de engenharia física que retratassem as informações úteis e compreensíveis aos operadores, como refere Pfeiffer *et al.* (2008 citado por Al-Aani, 2019).

Pela leitura do Guia Wialon, entende-se que é necessário calibrar os valores coletados pelos sensores, com algoritmos. Note-se que Sichonany (2011) aponta que os benefícios proporcionados pelos sistemas de telemetria estão condicionados à fidelidade do preenchimento da base de dados, de maneira precisa, para o sistema emitir respostas verdadeiras e fidedignas.

Devido à dificuldade de recolher dados reais sobre o consumo instantâneo de combustível do trator em situações de trabalho, foi criado um algoritmo tendo por base os valores médios de referência de Mendonça & Carneiro (1994 citado por Abelho, 2009), com objetivo de aproximar os dados fornecidos pela interface daquele que é o consumo médio de um trator com 125 cv de potência, como tem o trator T6 utilizado neste estudo.

Depois de criado o algoritmo, continuaram a ser detetados problemas na semântica da interface Wialon. Distinguem-se as diferenças de unidades de medida assumidas pelos dados dependendo se estes eram apresentados em tabela ou em gráfico.

Em 3.4.2.4., no qual também se monitorizou o consumo de combustível, resumiram-se os dados fornecidos pela interface Wialon no quadro 23.



**Quadro 23 - Dados fornecidos pela interface Wialon sobre a monitorização do consumo de combustível no caso de estudo 3.4.2.4.**

Geocerca	Tempo de trabalho (h:min:s)	Distância percorrida (km)	Velocidade média (km/h)	Consumido instantâneo acumulado (l)	Média de consumo (l/100km)
<i>Pivot do Sapal</i>	00:22:48	2,75	7	5,10	185

Assumiu-se que estes dados requerem alguma edição para fornecerem informações práticas aos gestores de um PMA, como é o exemplo da média de consumo em l/h (Quadro 24).

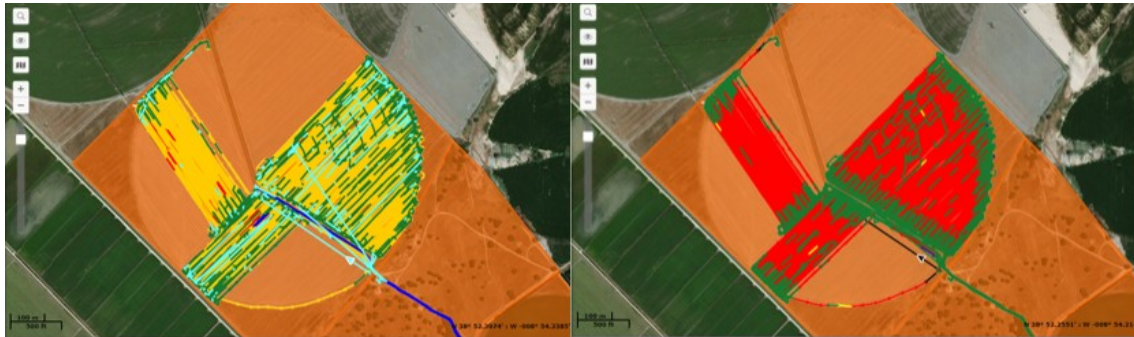
**Quadro 24 - Dados referentes ao consumo de combustível, formatados para a realidade agrícola**

Geocerca	Tempo de trabalho (h)	Velocidade média (km/h)	Média de consumo (l/h)	Total consumido (l)
<i>Pivot do Sapal</i>	0,38	7,2	13,33	5,07

Depois de feitas as edições tomadas como necessárias, verifica-se que os dados resultantes estão mais adequados à realidade agrícola, ainda que não se consiga afirmar que são totalmente reais, pois partem de um algoritmo criado “à medida” para a situação em questão.

Também é possível apresentar o trajeto do percurso feito pelo trator de acordo com a variação dos parâmetros relativos ao seu desempenho. Torna-se interessante fazer uso desta ferramenta com o consumo de combustível, de forma a ter noção das zonas da parcela onde o consumo de combustível é maior, ou até mesmo onde ultrapassa valores máximos definidos. Atente-se no caso de estudo 3.4.2.5., no qual é possível estabelecer uma relação entre as velocidades instantâneas assumidas pelo trator durante a operação de gradagem na parcela *Pivot do Sapal*, e os consumos instantâneos praticados. Como é possível ver pela representação colorida dos percursos segundo estes parâmetros (Figura 53), quando o trator se desloca a uma velocidade superior a 7 km/h, é representado pela cor amarela nas representações das velocidades (à esquerda), e coincide com as zonas onde o consumo de combustível é mais elevado, representado a

vermelho (à direita). O consumo diminui nas voltas de cabeceira (representado a verde, à direita), coincidindo com as zonas onde o trator assume velocidades mais baixas para poder fazer a manobra (representadas a verde, à esquerda).



**Figura 53 - Relação entre parâmetros de desempenho do trator T6 durante a operação de mobilização de solo**

Como já foi referido, também foram coletados dados de temperatura do motor. Ao contrário dos dados de consumo de combustível, estes eram apresentados numa unidade de medida que permitia uma fácil leitura. Mas apesar de serem apresentados em graus Celsius (°C), os valores não se ajustavam à realidade do trator.

No caso de estudo 3.4.2.3., quando o trator começou a trabalhar, o motor do trator também começou a aumentar a temperatura, aquecendo até a temperatura estabilizar e assumir valores entre 120 e 125 °C. Estes valores não representam a realidade, uma vez que quando a temperatura do motor estabiliza deverá apresentar valores entre os 90 e 100 °C, aproximadamente.

Este desajuste voltou a criar a necessidade de introdução de um algoritmo no cálculo dos valores de temperatura fornecidos pela interface. Pela necessidade sentida em coletar dados reais de temperatura de motor para afinar o algoritmo, seguiu-se o mesmo método que no parâmetro de consumo de combustível. Mais uma vez, a afinação dos valores das informações fornecidas pelas interfaces, pode condicionar a veracidade e fidedignidade dos dados resultantes.

Depois da introdução do algoritmo, coletaram-se dados sobre a média de temperatura e a temperatura máxima registada dentro de cada parcela em que o trator esteve durante o caso de estudo 3.4.2.4.. Por isso, sabe-se que dentro da parcela do *Pivot* do Sapal, a temperatura de motor média foi de 97 °C, chegando a atingir um valor máxima de 102 °C.

Em resumo, os dois parâmetros em estudo necessitaram a introdução de algoritmos de forma a ajustar a apresentação dos dados coletados pelas interfaces, permitindo aos utilizadores perceberem as informações que estes dados formam. Pela importância já citada da qualidade dos dados de preenchimento dos sistemas, são importantes ensaios no sentido de criar e testar algoritmos para preenchimento dos sistemas de telemetria.

#### 4.1.5. Apreciação global do sistema de telemetria

Este sistema de telemetria possibilitou a monitorização remota das máquinas, pela interpretação de informações e dados fornecidos à distância. Com um fluxo de dados detalhados de forma robusta e segura, fornecidos ao momento e por critério (por cultura, por operação, por operador, por parcela, por trator) das operações realizadas e da mudança dinâmica de vários parâmetros do desempenho operacional das máquinas, conseguiram-se determinar os fatores de produtividade e a eficiência de campo.

Assim o sistema de telemetria, pode permitir planejar e decidir com mais detalhe sobre possíveis alterações a fazer no itinerário cultural ou na rotação de culturas, no sentido de reduzir custos de produção e aumentar o lucro.

Durante a monitorização, diminuiu-se ou eliminou-se a necessidade de deslocações ao local onde as máquinas operavam, sendo imprescindível a qualidade das redes móveis para o fluxo de dados. Apesar da qualidade da rede ser um problema identificado em muitas áreas rurais, neste estudo não se sentiu esta dificuldade como obstáculo para atingir os objetivos.

## 4.2. Propostas de melhoria

#### 4.2.1. Instalação mais simples e rápida dos dispositivos de bordo

Os dispositivos utilizados precisaram de uma instalação que se considerou difícil, devido à necessidade da ligação ao sistema elétrico do trator por um processo moroso e que requer alguns conhecimentos teóricos e práticos, ao invés de se fazer apenas por um modelo de engate rápido. Desta forma o processo torna-se agilizado reduzindo o período de imobilização do trator.

#### 4.2.2. Dados de posição mais precisos

Este sistema deve ser desenvolvido para obter dados com maior precisão, e consequentemente fornecer informações e respostas verdadeiras e fidedignas sobre os percursos traçados.

O aumento de precisão dos percursos poderá ter de recorrer a tecnologias como RTK ou RTX. O principal objetivo deverá ser passar de uma precisão métrica para uma precisão centimétrica, para aumentar a qualidade dos dados sobre os tempos de trabalho, distâncias e áreas trabalhadas, omissões e sobreposições das tarefas agrícolas, e consequentemente o  $\eta$  das operações realizadas.

Com isto surge a necessidade da realização de novos estudos para atestar a veracidade e fidedignidade dos valores fornecidos pelos sistemas de telemetria sujeitos às correções RTK ou RTX, comparando-os com os valores obtidos por outros meios e tecnologias já comprovados por outros ensaios.

#### 4.2.3. Precisão dos dados de desempenho operacional das máquinas

Para além da obtenção de dados de posição mais precisos, também importa aumentar a precisão dos dados de desempenho operacional das máquinas agrícolas.

Para tal, deverão ser estudadas a criação e testagem de algoritmos para afinação e ajuste dos dados fornecidos pelas interfaces dos sistemas.

O sistema também poderá ser melhorado no sentido de fornecer mais dados agronómicos, como mapas de prescrição de fatores de produção aplicados durante as operações agrícolas, ou dados de desempenho operacional da máquina operadora acoplada ao trator.

#### 4.2.4. Harmonização de dados coletados pelos sistemas internos de informações

Devem ser melhoradas as ferramentas analíticas para lidar com o *big data*, com o intuito de harmonizar os dados coletados pelos sistemas internos de coleta, fornecendo através das interfaces informações de fácil e pronta leitura aos utilizadores. Para tal, é também essencial, melhorar a semântica e correção linguística das interfaces, principalmente nos relatórios de desempenho. Neste aspeto, a dificuldade sentida prendeu-se com os termos técnicos utilizados e as unidades de medida usadas para quantificar as informações fornecidas.

#### 4.2.5. Fórum de discussão do sistema de telemetria

A criação de um fórum entre o fabricante e os utilizadores, permitindo um ecossistema de troca de impressões e ideias de soluções de melhoria do produto e da tecnologia, para ajustar o sistema, atingindo melhores resultados e poder dar resposta a um mercado cada vez mais exigente.

#### 4.2.6. Incentivo para a adoção deste tipo de aplicativos na tecnologia agrícola

Devido ao custo de investimento requerido na aquisição e manutenção do *hardware* e *software* necessários para atingir as potencialidades deste tipo de tecnologia, e considerando esta digitalização e adoção de novas tecnologias importante para garantir a modernização da PAC pós-2020, seria pertinente a criação de um incentivo para amortizar esse mesmo custo.

#### 4.2.7. Melhoria da cobertura móvel

Apesar de não ter sido sentido nenhum problema neste âmbito, seria vantajoso fornecer cobertura total em todos os lugares, uma vez que uma boa cobertura móvel permite aumentar a capacidade dos agricultores de tomar decisões, obter informações, comunicar e operar. Somente quando todos os agricultores tiverem cobertura móvel total, poderão tirar o máximo proveito das tecnologias de agricultura de precisão, como os sistemas de telemetria, com os mais sofisticados equipamentos digitais e *software's*, permanecendo competitivos num mercado internacional cada vez mais difícil.

# 5. Considerações Finais e Perspetivas Futuras

## 5.1. Considerações Finais

Este sistema de telemetria possibilitou a monitorização remota das máquinas, pela interpretação de informações e dados fornecidos sobre o seu funcionamento à distância. Com um fluxo de dados detalhados de forma robusta e segura, fornecidos ao momento e por critério (por cultura, por operação, por operador, por parcela, por trator) das operações realizadas e da mudança dinâmica de vários parâmetros do desempenho operacional das máquinas agrícolas, conseguiram-se determinar os fatores de produtividade e a eficiência do trabalho realizado pelas máquinas.

Assim, o sistema em estudo pode permitir planejar e decidir com mais detalhe sobre possíveis alterações a fazer no itinerário cultural ou na rotação de culturas, no sentido de aumentar a eficiência das máquinas utilizadas, reduzir custos de produção e aumentar a margem de lucro da atividade.

Contudo, este sistema pode sofrer melhorias que permitam atingir mais eficazmente as suas potencialidades. Destaca-se a simplificação do processo de instalação dos dispositivos, o aumento da qualidade e precisão dos dados de posicionamento e de desempenho das máquinas agrícolas, e a melhoria do processo de harmonização de dados de sistemas internos de coleta de informações pelas interfaces, para que o utilizador perceba facilmente os dados que lhe são fornecidos. Também poderão ser feitas melhorias no sentido de fornecer mais dados agronómicos, como mapas de prescrição de fatores de produção aplicados durante as operações agrícolas, ou dados de desempenho operacional da máquina operadora acoplada ao trator.

Durante a monitorização das máquinas agrícolas com base no sistema de telemetria, diminuiu-se ou eliminou-se a necessidade de deslocações ao local onde a máquina opera. Para além do tempo de que se teria de dispender, é também poupado o custo inerente à deslocação. Esta alteração na estrutura e modo de como o trabalho é executado, sobretudo no que diz respeito ao trabalho de produção e coordenação, tende a torná-lo mais efetivo, em razão do aumento da capacidade em coletar, armazenar, processar

e transferir informações, possibilitando uma maior velocidade de comunicação, redução do prazo de resposta às variações nos ambientes interno e externo.

Por último, a realização deste relatório foi fundamental para avaliar as potencialidades do sistema de telemetria, e conhecer os ajustes necessários para conseguir implementar a tecnologia correta de forma certa e eficiente. Neste sentido, considera-se exequível a aplicação de um sistema de telemetria na gestão do PMA, em que se utilizem dispositivos de bordo de nível básico, de forma a monitorizar parâmetros relacionados com o  $\eta$ , como as distâncias percorridas e os tempos de trabalho, bem como o estado de atividade e a localização das máquinas agrícolas.

## 5.2. Perspetivas Futuras

1. A telemetria enquadra-se na transformação digital que se prevê implementar na PAC pós-2020. No âmbito do aumento da sua sustentabilidade e resiliência aos fatores externos como alterações climáticas. O aumento do uso deste tipo de tecnologias digitais terá um impacto positivo na qualidade de vida das zonas rurais e deverá atrair uma geração mais jovem para a criação de empresas agrícolas e rurais.

2. Com base neste estudo, o conhecimento permitirá o desenvolvimento de novos produtos em telemetria aplicada às máquinas agrícolas com o benefício que isso pode trazer à utilização do agricultor e qualidade da informação recolhida.

## 6. Bibliografia

Abelho, S. (2009). Optimização da gestão do parque de máquinas da sociedade agrícola do rabaço. Tese de Mestrado em Agricultura Sustentável, ESAE, Elvas.

Abolsamia (2020). Tecnologia Connected Support. *Abolsamia*, julho/agosto/setembro 2020, pp 58-59.

Al-Aani, F. (2019). CAN bus technology for agricultural machine management research and undergraduate education. Teses e Dissertações de Pós-Graduação. Iowa State University, Ames.

Branco, C. (2020). Mercado português de tratores agrícolas cresceu 15,84%. *Abolsamia*, março/abril 2020, pp. 24-30.

Carballido, J., Perez-Ruiz, M., Emmi, L. & Aguera, J. (2014). Comparison of positional accuracy between RTK and RTX GNSS based on the autonomous agricultural vehicles under field conditions. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/266956117\\_Comparison\\_of\\_positional\\_accuracy\\_between\\_RTK\\_and\\_RTX\\_GNSS\\_gased\\_on\\_the\\_autonomous\\_agricultural\\_vehicles\\_under\\_field\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/266956117_Comparison_of_positional_accuracy_between_RTK_and_RTX_GNSS_gased_on_the_autonomous_agricultural_vehicles_under_field_conditions)>, [Consultado a 17/11/2020]

Carrer, M., Filho, H., Batalha, M. & Rossi, F. (2015). Farm Management Information Systems (FMIS) and technical efficiency: An analysis of citrus farms in Brazil. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169915003269?via%3Dihub>>, [Consultado a 03/07/2020]

Castillo-Ruiz, F., Pérez-Ruiz, M., Blanco-Roldán, G., Gil-Ribes, J. & Aguera, J. (2015). Development of a Telemetry and Yield-Mapping System of Olive Harvester. Disponível em <<https://www.mdpi.com/1424-8220/15/2/4001>>, [Consultado a 19/06/2020]

CEMA European Agricultural Machinery Association Home Page. Disponível em <<https://www.cema-agri.org/>>, [Consultado a 20/09/2020]

Claver, H. (2019). Case IH AFS Connected manages farm, fleet and data. Disponível em <<https://www.futurefarming.com/Tools-data/Articles/2019/2/Case-IH-AFS->



Connect-manages-farm-fleet-and-data-395700E/?intcmp=sticky-related-content>, [Consultado a 05/08/2020]

Claver, H. (2019, a). Brand-independent digital farming with NEXT. Disponível em <<https://www.futurefarming.com/Tools-data/Articles/2019/11/Brand-independent-digital-farming-with-NEXT-494404E/>>, [Consultado a 05/08/2020]

Claver, H. (2020). Case IH Quadtrac and Steiger tractors ease data transfer. Disponível em <[https://www.futurefarming.com/Machinery/Articles/2020/9/Case-IH-Quadtrac-and-Steiger-tractors-ease-data-transfer-640047E/?utm\\_source=tripolis&utm\\_medium=email&utm\\_term=&utm\\_content=&utm\\_campaign=future\\_farming](https://www.futurefarming.com/Machinery/Articles/2020/9/Case-IH-Quadtrac-and-Steiger-tractors-ease-data-transfer-640047E/?utm_source=tripolis&utm_medium=email&utm_term=&utm_content=&utm_campaign=future_farming)>, [Consultado a 16/09/2020]

Claver, H. (2020, a). FarmFacts enhances NEXT Machine Management with live telemetry. Disponível em <[https://www.futurefarming.com/Tools-data/Articles/2020/7/NEXT-Machine-Management-enhanced-with-live-telemetry-619062E/?utm\\_source=tripolis&utm\\_medium=email&utm\\_term=&utm\\_content=&utm\\_campaign=future\\_farming](https://www.futurefarming.com/Tools-data/Articles/2020/7/NEXT-Machine-Management-enhanced-with-live-telemetry-619062E/?utm_source=tripolis&utm_medium=email&utm_term=&utm_content=&utm_campaign=future_farming)>, [Consultado a 20/09/2020]

Cousins, D. (2016). Case IH telematics systems protects against theft. Disponível em <<https://www.fwi.co.uk/machinery/case-ih-telematics-system-protects-theft>>, [Consultado a 20/07/2020]

Conceição, L. (2016). Gestão do Parque de Máquinas de uma exploração agrícola. *Abolsamia*, maio/junho 2016, pp. 14-24.

Conceição, L. (2020). Mecanização, pode ser este ainda um fator de competitividade agrícola?. *Abolsamia*, dezembro 2019/ janeiro 2020, pp. 26-29.

Dabove, P. (2019). The usability of GNSS mass-market receivers for cadastral surveys considering RTK and NRTK techniques. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674984718301733?via%3Dihub>>, [Consultado a 09/07/2020]

European Agricultural Machinery Association (CEMA) (2020). Full deployment of agricultural machinery data-sharing: technical challenges & solutions; CEMA's contribution to deliver on a profitable sustainable agriculture. Disponível em <<https://www.cema-agri.org/>>, [Consultado a 3/07/2020]

Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP) (2019). CULTIVAR – Cadernos de Análise e Prospetiva, N° 16. Lisboa

Groeneveld, R. (2020). Lack of mobile coverage holds Australian farmers back. Disponível em <[https://www.futurefarming.com/Tools-data/Articles/2020/8/Lack-of-mobile-coverage-holds-Australian-farmers-back-632136E/?utm\\_source=tripolis&utm\\_medium=email&utm\\_term=&utm\\_content=&utm\\_campaign=future\\_farming](https://www.futurefarming.com/Tools-data/Articles/2020/8/Lack-of-mobile-coverage-holds-Australian-farmers-back-632136E/?utm_source=tripolis&utm_medium=email&utm_term=&utm_content=&utm_campaign=future_farming)>, [Consultado a 03/09/2020]

Hu, Y., Liu, Y., Wang, J., Li, J. & Lu, J. (2020). A two-stage dynamic capacity planning approach for agricultural machinery maintenance service with demand uncertainty. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511019309171?via%3Dihub>>, [Consultado a 23/06/2020]

Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE) (2011). *Recenseamento Agrícola 2009 - Análise dos principais resultados*. Capítulo 5. Máquinas agrícolas, pp. 85-89.

Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE) (2020). *Recenseamento Agrícola 2019 – Primeiros Resultados – 2019*. Disponível em <[https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_destaques&DESTAQUESdest\\_boui=467640194&DESTAQUESmodo=2&xlang=pt](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=467640194&DESTAQUESmodo=2&xlang=pt)> , [Consultado a 28/02/2021]

Jacto Agrícola (2017). Telemetria em máquinas agrícolas pode aumentar a produtividade e reduzir custos em até 15%. Disponível em <<https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/especial-publicitario/jacto-agricola/noticia/telemetria-em-maquinas-agricolas-pode-aumentar-a-produtividade-e-reduzir-custos-em-ate-15.ghtml>>, [Consultado a 13/05/2020]

Jalba, L., Chiciudean, A., Drumea, A. & Vuici, M. (2010). Trackview – Fleet Tracking Solution Using Global Positioning System. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667015333991>>, [Consultado a 05/07/2020]

Kaivosoja, J. & Linkolehto (2015). GNSS error simulator for farm machinery navigation development. Disponível em

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169915003348?via%3Dihub>>, [Consultado a 09/07/2020]

Leandro, R., Landau, H., Nitschke, M., Glocker, M., Seeger, S., Chen, X., Deking, A., BenTahar, M., Zhang, F., Ferguson, K., Stoz, R., Talbot, N., Lu, G., Allison, T., Brandl, M., Gomez, V., Cao, W. & Kipka, N. (2011). RTX positioning: The next generation of cm-accurate real-time GNSS positioning. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/290278269\\_RTX\\_positioning\\_The\\_next\\_generation\\_of\\_cm-accurate\\_real-time\\_GNSS\\_positioning](https://www.researchgate.net/publication/290278269_RTX_positioning_The_next_generation_of_cm-accurate_real-time_GNSS_positioning)>, [Consultado a 17/11/2020]

Loures, L., Chamizo, A., Ferreira, P., Loures, A., Castanho, R. & Panagopoulos, T. (2020). Assessing the Effectiveness of Precision Agriculture Management Systems in Mediterranean Small Farms. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/341188077\\_Assessing\\_the\\_Effectiveness\\_of\\_Precision\\_Agriculture\\_Management\\_Systems\\_in\\_Mediterranean\\_Small\\_Farms](https://www.researchgate.net/publication/341188077_Assessing_the_Effectiveness_of_Precision_Agriculture_Management_Systems_in_Mediterranean_Small_Farms)>, [Consultado a 05/07/2020]

Munz, J., Gindele, N. & Doluschitz, R., (2020). Exploring the characteristics and utilisation of Farm Management Information Systems (FMIS) in Germany. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169919316126?via%3Dihub>>, [Consultado a 23/06/2020]

Oksanen, T., Linkolehto, R. & Seilonen, I. (2016). Adapting an industrial automation protocol to remote monitoring of mobile agricultural machinery: a combine harvester with IoT. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316315877>>, [Consultado a 26/06/2020]

Perez-Ruiz, M., Slaughter, D., Gliever, C. & Upadhyaya, S. (2011). Tractor-based Real-time Kinematic-Global Positioning System (RTK-GPS) guidance system for geospatial mapping of row crop transplant. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S153751101100184X?via%3Dihub>>, [Consultado a 09/07/2020]

Pesce M., Kirova M., Soma K., Bogaardt M-J., Poppe K., Thurston C., Monfort Belles C, Wolfert S., Beers G. & Urdu D., (2019). Research for AGRI Committee – Impacts of

the digital economy on the food-chain and the CAP. Parlamento Europeu,  
Departamento de Políticas Estruturais e de Coesão, Bruxelas

Schmidt, L. (2012). Real-Time determination of machine performance for fleet management. Disponível em  
<<https://patents.google.com/patent/US20120253744A1/en>>, [Consultado a 02/08/2020]

Seyyedhasani, H. & Dvorak, J. (2018). Reducing field work time using fleet routing optimization. Disponível em  
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511017302040?via%3Dihub>>, [Consultado a 02/08/2020]

Sichonany, O. (2011). *Sistema de apoio à decisão para utilização no agronegócio (SADA): telemetria e tratamento de dados de desempenho de máquina de colheita*. Tese de doutoramento em Engenharia agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

Sichonany, O., Schlosser, J., Medina, R., Roggia, I., Lôbo, J. & Beux dos Santos, F. (2012). Telemetria na transmissão de dados de desempenho de máquinas agrícolas utilizando tecnologias GSM/GPRS e ZigBee. Disponível em  
<[https://www.researchgate.net/publication/307673237\\_Telemetria\\_na\\_transmissao\\_de\\_dados\\_de\\_desempenho\\_de\\_maquinas\\_agricolas\\_utilizando\\_tecnologias\\_GSMGPRS\\_e\\_ZigBee](https://www.researchgate.net/publication/307673237_Telemetria_na_transmissao_de_dados_de_desempenho_de_maquinas_agricolas_utilizando_tecnologias_GSMGPRS_e_ZigBee)>, [Consultado a 20/07/2020]

Sorensen, CG. & Bochtis, DD. (2009). Conceptual model of fleet management in agriculture. Disponível em  
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511009002761>>, [Consultado a 19/06/2020]

Spuntrup, F. & Imsland, L. (2018). Asset fleet management in the process industry - a conceptual model. Disponível em  
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318319955>>, [Consultado a 22/06/2020]

Tieppo, R., Romanelli, T., Milan, M., Sorensen, C. & Bochtis, D. (2019). Modeling cost and energy demand in agricultural machinery fleets for soybean and maize cultivated using a no-tillage system. Disponível em

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169918304277?via%3Dihub>>, [Consultado a 19/06/2020]

Valente, D., Momin, A., Grift, T. & Hansen, A. (2019). Accuracy and precision evaluation of two low-cost RTK global navigation satellite systems. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169918312602?via%3Dihub>>, [Consultado a 09/07/2020]

Waiyaki, E. (2013). Leveraging technology for business fleet applications: a case study of fleet management system implemented in kenya power & lighting company limited. Tese de mestrado em Comércio. University of South Africa, South Africa.

# Anexos

## I. Guião Wialon

### Nota introdutória

Este guião é produto da tese de mestrado em Agricultura Sustentável, com o tema “Telemetria aplicada à gestão do parque de máquinas agrícola”.

Contém uma descrição com algum detalhe do sistema de “tracking” Wialon. Através do estudo de cada um dos separadores deste sistema, apresentam-se os títulos que seguem esta breve nota. Permite ao utilizador adquirir as noções básicas de funcionamento do sistema, e da resolução de algumas dúvidas que provavelmente possam surgir na utilização deste.

Com vista a aumentar a eficiência do uso da plataforma, é aconselhável seguir a sequência:

- 1º - Criar as unidades;
- 2º - Criar os motoristas e associá-los às unidades;
- 3º - Criar os reboques/máquinas operadoras e associá-los às unidades;
- 4º - Criar geocercas;
- 5º - Criar tarefas e/ou alertas;
- 6º - Visualizar (podendo exportar) percursos e/ou mensagens;
- 7º - Exibir e consultar relatórios.

### I. Unidades

Considera-se como uma unidade: um veículo, equipamento, pessoa, animal de estimação ou qualquer outro objeto móvel ou em movimento que possa ser monitorizado usando a monitorização por satélite.

O painel Unidades é usado para criar novas unidades manualmente e/ou com a ajuda de arquivos WLP (importação de propriedades da unidade), exibir, editar, copiar, excluir unidades, exportar as suas propriedades e/ou enviar-lhes mensagens SMS.

No sistema Wialon, a unidade é caracterizada pelo tipo de equipamento (dispositivo GPS ou GLONASS) e pelo código de identificação exclusivo da unidade no sistema (ID).

#### I.1. Grupos de unidades

As unidades criadas podem ser agrupadas. Os grupos são usados para unir unidades com base nalguns critérios.

O uso de grupos de unidades na monitorização:

- Monitorização *online* por grupos
- Criação de relatórios por grupos
- Configurar tarefas e alertas

## 2. Motoristas

É possível criar e gerir a lista de motoristas. Pode-se atribuir o motorista a uma unidade, ou seja, anexar a um veículo. Em seguida, nos relatórios desta unidade, um motorista será indicado. É particularmente útil quando vários motoristas trabalham com a mesma unidade.

Também é possível detetar motoristas automaticamente com a ajuda do sistema *iButton*. Além disso, os motoristas criados podem ser formados em grupos.

### 2.1. Criar um motorista

- Nome
- Código (único, para identificar o motorista em caso de ligação do modo automático)
- Descrição
- Contacto (Telemóvel)
- Senha móvel (Senha para autorização móvel)
- Exclusivo (caso o motorista seja o único atribuído à unidade)
- Fotografia
- Campos personalizados

### 2.2. Gerir a lista dos motoristas


A atividade do motorista contém os seguintes dados:

- Estado atual (direção, trabalho, disponibilidade, descanso) e sua duração;
- A data e hora em que o trabalho diário (turno) começou;
- Informações de gestão para o turno atual, semanal ou mensal (tempo restante para dirigir/tempo de condução excedido/início do descanso perdido e duração necessária do descanso).

### 2.3. Atribuição de motorista

Existem duas maneiras de vincular um motorista a uma unidade: manual e automático.

- Manual

A atribuição manual pode ser realizada nos dois modos (Motoristas, Grupos) do painel Motoristas. Usando o botão Vincular/Desconectar (  ) para conectar ou desconectar motoristas de unidades.

- Automático

Para detetar um motorista automaticamente, o equipamento correspondente deve ser instalado. Por exemplo, dispositivos de memória de contato, como teclas eletrônicas digitais (por exemplo, chips RFID), são amplamente utilizados em sistemas de controlo de acesso pessoal. Ao entrar no veículo, o motorista aplica a chave eletrónica ao leitor conectado ao rastreador. Se o parâmetro recebido do rastreador contiver o código da chave, o motorista será vinculado. No entanto, se o valor do parâmetro estiver vazio, o motorista será desvinculado.

Em suma, um motorista será automaticamente vinculado a uma unidade com a ajuda do *iButton*, caso essa unidade possua um sensor especial nas suas propriedades e essa unidade seja

indicada na lista de unidades conectáveis automaticamente aplicadas à conta onde o motorista pertence.

#### **1. Registro do intervalo de trabalho**

Esta opção permite visualizar o histórico de ligações, removê-las se necessário e registrar o turno do motorista manualmente.

#### **2. Ligações simultâneas**

Um motorista pode ser ligado simultaneamente apenas a uma unidade. Se de alguma forma se estiver tentando vincular um motorista a outra unidade, a atribuição posterior interromperá a anterior.

No entanto, vários motoristas podem ser atribuídos a uma unidade de uma vez.

### **2.4. Grupos de motoristas**

Grupos podem unir motoristas por qualquer critério. Grupos de motoristas são usados em relatórios de grupo.

Uma lista de grupos de motoristas criados é exibida na área de trabalho. Os grupos podem ser editados, copiados ou excluídos. Observe que, ao excluir um grupo, você não pode excluir seu conteúdo.

### **2.5. Uso**

- Alertas – pode-se configurar um Alerta para se ser informado quando um motorista for atribuído a uma unidade ou desvinculado dela. Também se pode desvincular o motorista automaticamente, por exemplo, ao entrar no armazém;
- Relatórios – Está disponível para as seguintes tabelas: viagens, horas do motor, percursos, percursos inacabados, atesto de combustível, roubos de combustível, velocidades e alguns outros.

## **3. Reboques**

Os reboques no sistema de monitorização Wialon são quaisquer mecanismos acoplados ou acionados pelo veículo principal (unidade) e que não possuem rastreadores ou controladores próprios. Na funcionalidade, a monitorização do reboque é semelhante à monitorização do motorista.

### **3.1. Criar um reboque**

Na caixa de diálogo exibida, preenche-se o nome, o código de identificação (para ligação automática), a descrição e os campos personalizados. Essas informações são mostradas na dica de ferramenta do reboque e usadas nos relatórios. As propriedades que podem ser atribuídas aos reboques são as mesmas que para os motoristas.

### **3.2. Gerir a lista de reboques**



Na dica de ferramenta de cada reboque, é possível ver o nome, a imagem ampliada, a descrição e os campos personalizados (se todas essas informações foram adicionadas), bem como o nome da unidade à qual o reboque está atualmente vinculado.



Ao lado do nome do reboque está o ícone da unidade à qual está vinculado. Ao pausar neste ícone, uma janela pop-up será exibida com informações sobre a unidade.

### 3.3. Acoplamento de um reboque

- Manual

O acoplamento ou desacoplamento manual podem ser feitos no painel Reboques. À direita de cada reboque, existe o ícone  ou  que liga ou desliga o reboque. Se não tiver direitos de acesso suficientes, o ícone estará desativado.

- Automático

O método automático de vincular reboques às unidades requer equipamento especial, como, por exemplo, chaves eletrônicas digitais *iButton*.

O reboque será automaticamente vinculado a uma unidade com a ajuda do *iButton*, se duas condições forem atendidas: esta unidade possui um sensor especial configurado nas suas propriedades e é indicado na lista de unidades vinculadas automaticamente.

- Registro do intervalo de trabalho

Esta opção permite visualizar o histórico de ligações, removê-las se necessário e registrar a mudança do reboque manualmente.

Ao registrar um turno manualmente, a data e a hora indicadas como início e fim devem estar no passado ou no presente. Se especificar o início e o fim no futuro, o turno será registrado com a data e hora atuais.

#### a. Grupos de reboques

Uma lista de grupos de reboques criados é exibida na área de trabalho. É possível editar, copiar ou excluir grupos. Ao excluir um grupo, não se exclui os próprios reboques.

#### b. Uso

- Alertas – pode-se configurar um Alerta para ser-se informado quando um reboque estiver vinculado a uma unidade ou não vinculado a ela.
- Relatórios - podem ter uma coluna, que mostra se o reboque foi vinculado a uma unidade num determinado intervalo ou não.

## 4. Geocercas

Geocerca é uma área no mapa que é importante para fins de rastreamento do utilizador e requer atenção especial. Podem ser usadas para controlar a atividade das unidades nessas áreas ou, pelo contrário, fora delas. Pode ter o formato de uma linha, polígono ou círculo com qualquer raio.

### 4.1. Criar uma geocerca

#### A. Mapear a geocerca

Escolher um tipo de geocerca: linha, polígono ou círculo.

Regras básicas para mapear:

- Clicar duas vezes em qualquer lugar do mapa para colocar o primeiro ponto. Em seguida, adicionar mais pontos usando o mesmo método.
- Para excluir um ponto, basta clicar nele duas vezes. Observe-se que os pontos não podem ser excluídos se houver apenas dois pontos, para linhas, ou três, para polígonos.

B. Definir as propriedades da geocerca:

- Nome
- Descrição
- Tipo
- Conta - Esta opção é mostrada se o utilizador atual tiver acesso a mais de uma conta. A conta escolhida ao criar uma geocerca define o sistema de medição usado para calcular a área, comprimento, raio, espessura, entre outras (sistema métrico, norte-americano ou imperial).
- Grupo
- Imagem
- Área e perímetro
- Cor
- Visibilidade

C. Guardar a Geocerca:

Terminar guardando.

#### **4.2. Gestão das Geocercas**

Selecionar as geocercas na lista da área de trabalho, para visualizá-las no mapa. Dependendo do tipo de geocerca, também haverá área, perímetro, comprimento e/ou raio. As unidades de medição para esses parâmetros dependem do sistema de medição escolhido para a conta à qual a geocerca pertence.

#### **4.3. Grupos de Geocercas**

Geocercas criadas podem ser formadas em grupos, que são usados para uni-las com base nalgum critério e servem como parâmetros de filtragem de intervalos em vários modelos de relatório. Além disso, grupos de geocercas são usados nos Alertas do tipo correspondente.

A lista de grupos criados organiza-os por ordem alfabética, e é exibida na área de trabalho. O mesmo que para geocercas, um filtro ou uma pesquisa dinâmica podem ser usados para grupos. Além disso, os grupos podem ser editados, copiados ou excluídos. Observe que, ao excluir um grupo, não se pode excluir o seu conteúdo.

#### **4.4. Uso**

- Alertas: por *email*, SMS ou *online* quando a unidade sair ou entrar numa geocerca. Também é possível definir limitações de velocidade e alcance de um parâmetro para uma unidade durante sua presença numa geocerca;
- Relatórios: Muitas tabelas podem ser geradas como por exemplo:

- a) Geocercas visitadas - todas as entradas e saídas de/para as geocercas selecionadas são fornecidas juntamente com a duração da visita, distância percorrida dentro da geocerca, velocidade média e máxima, etc.;
- b) Geocercas não visitadas - geocercas que não foram visitadas durante um período de tempo.

## **5. Tarefas**

Uma Tarefa é um conjunto de ações executadas de acordo com o cronograma especificado. Podem ser de tipos diferentes, como executar um comando, alterar o acesso a unidades, enviar um relatório por *email* e assim por diante.

### **5.1. Configurar tarefas**

Selecionar as unidades para aplicar esta tarefa e definir os parâmetros básicos (horário de ativação, agendamento e assim por diante).

A. Selecionar unidades para trabalhos e notificações

B. Parâmetros para Tarefas:

- 1. Nome
- 2. Descrição
- 3. Cronograma de execução
- 4. Momento de ativação
- 5. N° máximo de execuções
- 6. Limitações de tempo

Na caixa de diálogo exibida, selecione o tipo de trabalho:

- Executar um comando sobre unidade (s);
- Mudar o acesso às unidades;
- Enviar um relatório por *email*;
- Enviar informações sobre combustível por *email* ou SMS;
- Contadores de quilómetros;
- Contadores de horas do motor;
- Contadores de tráfego GPRS.

## **6. Alertas**

É possível ser-se notificado sobre qualquer atividade da unidade ou alteração de estado (velocidade, mudança de localização, valores do sensor e outros). Uma notificação pode ser entregue por *email* ou SMS ou visualizada *online*.

### **6.1. Principais tipos de notificação**

- Velocidades
- Geocercas

- SOS
- Digital *input*
- Mensagem de parâmetros
- Valores dos sensores
- Conexão perdida
- Inativo
- Interposição de unidades
- Abastecimento de combustível
- Roubo de combustível
- Motorista
- Reboque
- Manutenções

## **6.2. Ação de notificação**

- Por *email*
- Por SMS
- *Online*

## **6.3. Texto da notificação**

O texto de uma notificação pode ser escrito em qualquer idioma, conter caracteres, palavras e frases e ter qualquer tamanho. Além disso, podem-se usar parâmetros criptografados com caracteres especiais. Numa mensagem, esses caracteres serão substituídos por valores reais. Devem ser evitadas mensagens longas.

## **6.4. Principais parâmetros da notificação**

- Nome
- Descrição
- Intervalo de tempo
- Período de controlo a partir da hora atual
- Mínimo de duração do estado de alarme
- Máximo de vezes de notificação
- Mínimo de duração para o estado prévio
- Tempo máximo entre mensagens
- Tempo-fora
- Tempo ativado

## **7. Percursos**

O percurso é uma linha desenhada no mapa para mostrar como uma unidade se moveu durante o período indicado. Um percurso é mapeado pelos pontos de onde as mensagens vieram. Cada ponto armazena a data e a hora em que a mensagem foi recebida e coordena no ponto, além de outros parâmetros (velocidade, sensores etc.). Diferentes segmentos do percurso podem ter cores diferentes, dependendo da velocidade ou dos valores do sensor.

### **7.1. Mapear um percurso**

1. Selecionar a unidade
2. Ajustar os parâmetros desejados para o percurso
3. Definir o intervalo de tempo dentro do qual se pretendem os dados

### **7.2. Parâmetros dos percursos**

- Cor - Existem quatro configurações de cores mutuamente exclusivas para a faixa: Por viagens, Por velocidade, Por sensor e Único;
- Espessura da linha
- Marcadores
- Anotações
- Detetor de viagens

### **7.3. Gestão de percursos**

Podem-se adicionar faixas em qualquer unidade por qualquer intervalo de tempo. A lista de faixas criadas será exibida na área de trabalho à esquerda.

É possível visualizar todos os percursos criados no mapa simultaneamente ou selecionar apenas alguns deles.

Um percurso construído pode ser salvo como uma geocerca.

## **8. Mensagens**

Os dados enviados pelos dispositivos são processados e armazenados no banco de dados na forma de mensagens.

Podem ser consultadas, visualizadas, filtradas e/ou excluídas.

### **8.1. Solicitar mensagens**

1. Selecionar as unidades;
2. Selecionar o intervalo de tempo;
3. Selecionar o tipo de mensagem:
  - a) Mensagem de dados;
  - b) Mensagens SMS;
  - c) Comandos enviados;
  - d) Eventos registados;
  - e) Registos.

### **8.2. Visualizar mensagens**

As mensagens de qualquer tipo são exibidas na forma de uma tabela. Na tabela, pode-se definir o número de mensagens a serem exibidas numa página: 25, 50, 100, 500, 1000.

- Mensagem de dados:

Ao solicitar mensagens de dados, a tabela de mensagens apresentará informações sobre o horário, velocidade, coordenadas, localização e parâmetros disponíveis.

Além disso, na seção Estatísticas, pode-se encontrar informações resumidas: número de mensagens encontradas, o tempo entre a primeira e a última mensagem, a distância percorrida, a velocidade média e máxima. A quilometragem nas mensagens em alguns casos pode diferir da quilometragem nos relatórios (se houver dados inválidos no intervalo). Nesses casos, a dos relatórios deve ser considerada mais precisa.

Existem duas maneiras de exibir os valores dos parâmetros:

- a) Dados não tratados - todos os parâmetros são exibidos numa linha na coluna correspondente;
- b) Valores do sensor- cada sensor tem a sua coluna individual na tabela e os valores são dados de acordo com a tabela de cálculo. Por padrão, apenas sensores visíveis são exibidos.
- Estatísticas:

Informação geral sobre:

- a) Total de mensagens - o número de mensagens para todo o período;
- b) Tempo total - o intervalo entre a primeira e a última mensagem do período selecionado;
- c) Distância - a distância percorrida pela unidade dentro do intervalo de tempo indicado;
- d) Velocidade média - a média de todos os valores de velocidade registrados durante o período;
- e) Velocidade máxima - a velocidade máxima registrada.

- Gráficos:

Alguns dados podem ser apresentados numa forma gráfica. Em vez da tabela com mensagens, os dados podem aparecer num gráfico.

### **8.3. Exportar/Importar mensagens:**

- Exportar:

Os formatos de exportação suportados são:

1. OziExplorer Track (.plt) - formato de dados do programa Ozi Explorer que armazena um percurso como uma lista de coordenadas dos pontos do percurso;
2. NMEA messages (.txt) - um arquivo de texto da *National Marine Electronics Association*. Este protocolo de texto é usado para equipamentos de navegação marítima. Nota: Os parâmetros (sensores) não são armazenados ao exportar para este formato;
3. Google Earth (.kml) - um formato baseado em XML usado no programa Google Earth para transmitir dados geoespaciais tridimensionais;
4. Mensagens Wialon (.wln) - um formato a ser usado com a interface Wialon;
5. Mensagens binárias Wialon (.wlb) - um formato binário a ser usado com a interface Wialon.

- Importar:

Os formatos de importação suportados são:

1. Mensagens Wialon - pesquise arquivos com a extensão .wln.
2. Mensagens binárias Wialon - pesquise arquivos com a extensão .wlb.

Os arquivos salvos no disco que contêm mensagens da unidade podem ser importados para as unidades criadas.

## 9. Relatórios

Os relatórios sobre a atividade de uma unidade podem ser apresentados na forma de tabelas e gráficos. Podem ser visualizados numa janela do navegador, bem como exportados para arquivos de vários formatos.

### 9.1. Consultar e exibir relatórios

Para gerar um relatório, devem-se definir os seus parâmetros:

1. Modelo - Selecionar o modelo de relatório necessário na lista. À direita da lista está o ícone para editar as propriedades do modelo selecionado.
2. Objeto – dependendo do tipo de relatório especificado no modelo, é possível selecionar a unidade, grupo de unidades, utilizador, motorista, reboque, rota, conta, retranslator, grupo de motoristas ou reboques, passageiro ou grupo de passageiros. Se objetos específicos estiverem vinculados ao modelo, somente eles estarão disponíveis na lista suspensa.
3. Intervalo de tempo - O intervalo de execução do relatório pode ser especificado de duas maneiras: manualmente ou com a ajuda de um dos intervalos predefinidos disponíveis.

Existem maneiras alternativas de receber relatórios no sistema de monitoramento:

- Receber relatórios por *email* no horário especificado (ajustado por meio de Tarefas);
- Receber um relatório quando ocorrer um evento (ajustado por meio de notificações);
- Geração rápida de relatórios a partir do painel de monitorização.

#### A. Relatórios online

Os resultados do relatório mostram uma lista do conteúdo do relatório: tabelas, gráficos, estatísticas. Além de tabelas, gráficos e estatísticas, pode-se visualizar informações no mapa: por exemplo, marcadores e faixas.

#### B. Exportar relatório

Os formatos suportados são HTML, PDF, excel, XML, CSV.

### 9.2. Modelos de relatório

Um relatório só pode ser gerado com base num modelo criado anteriormente. É possível criar, editar e excluir modelos de relatórios, além de copiar e movê-los de uma conta para outra.

O modelo contém informações sobre quais tabelas e gráficos serão incluídos no relatório, que tipo de conteúdo será apresentado nas tabelas, a ordem das colunas nas tabelas e seções do relatório, quais elementos gráficos serão renderizados no mapa, e muitos outros parâmetros que definem a aparência do relatório resultante.

Um modelo pode conter qualquer número de tabelas e gráficos. Pode-se até adicionar o mesmo tipo de tabela várias vezes com diferentes configurações de colunas, agrupamento de dados e outras configurações.

## II. Guião Hecterra

### Nota introdutória

Este guião é produto da tese de mestrado em Agricultura Sustentável, com o tema “Telemetria aplicada à gestão do parque de máquinas agrícola”.

Contém uma descrição com algum detalhe da plataforma Hecterra. Através do estudo de cada um dos separadores deste sistema, apresentam-se os títulos que seguem esta breve nota. Permite ao utilizador adquirir as noções básicas de funcionamento do sistema, e da resolução de algumas dúvidas que provavelmente possam surgir na utilização deste.

Segundo os seus criadores, Hecterra é uma plataforma para a indústria agrícola. Permite controlar o progresso do trabalho de campo, como sementeira, fertilização, colheita, entre outras.

Note-se que esta plataforma recupera unidades, motoristas e máquinas operadoras da conta Wialon. Por esse motivo, é recomendável preparar essa conta previamente.

Com vista a aumentar a eficiência do uso da plataforma, é aconselhável seguir a sequência:

- 1º - Criar ou importar campos;
- 2º - Criar o catálogo de culturas;
- 3º - Especificar a rotação de culturas por campo;
- 4º - Criar o catálogo de tarefas;
- 5º - Especificar a largura de trabalho e operação para cada máquina operadora;
- 6º - Registrar operações realizadas. Quando necessário, combiná-las;
- 7º - Criar relatórios.

### I. Dashboard

A página *Dashboard* apresenta a coleta de dados que permite avaliar a situação geral nos campos e chamar a atenção para os dias com operações não registados.

As informações na página *Dashboard* são apresentadas na forma de blocos:

- **Culturas** - inclui um gráfico com as informações sobre a área total de campos e culturas cultivadas neles. A legenda do diagrama explica qual cor corresponde a qual cultura e mostra a área que essas culturas ocupam.
- **Informações resumidas** – Encontram-se informações gerais para o atual e dois meses anteriores:
  - Campos envolvidos - a proporção do número de campos cultivados em relação ao número total;
  - Operações - O número total de operações registadas;
  - Área trabalhada - A área total em que o trabalho foi realizado;
  - Unidades envolvidas - O número total de unidades usadas nas operações;



- Operações - O número total de operações executadas nos campos.
  - **Calendário de operações** - Mostra as informações sobre as operações registadas por três meses: o atual e os dois anteriores. Os dias em que as operações são registadas são destacados em verde: quanto mais saturada a cor, maior a área trabalhada. Nos dias em que houve operações, podem ver-se as seguintes informações:
- Número de operações registadas;
- Área trabalhada;
- Número de unidades utilizadas;
- Culturas cultivadas;
- Operações realizadas.

## 2. Campos

O lado esquerdo da página exibe a lista dos campos já criados, sua quantidade e área total. Um indicador colorido ao lado do nome do campo significa que uma cultura cresce lá no momento. A cor do indicador corresponde à cor desta cultura.

Ao criar ou editar campos no Hecterra, leve-se em consideração as seguintes restrições:

- Pode-se criar, importar e sincronizar apenas geocercas em forma de polígono;
- A área do campo não deve exceder 1000 ha;
- Não deve haver auto-interseções no campo, ou seja, após alterar o contorno externo do campo, todas as seções da área não trabalhada devem permanecer dentro do campo.

### 2.1. Adicionar campos

Existem três maneiras de adicionar campos:

- **Criar manualmente** - Depois de desenhar o campo no mapa, sua área em hectares é exibida à direita do nome. Este método de criação de campos consome mais tempo.
- **Sincronizar com o Wialon** - A sincronização é uma das maneiras mais fáceis e rápidas de adicionar campos no Hecterra. Como no Wialon apenas se podem criar polígonos sólidos, editem-se as propriedades do campo no Hecterra.
- **Importar de arquivos KML, KMZ ou SHP** - No Hecterra, podem-se importar geocercas do tipo polígono dos arquivos KML, KMZ e SHP. Ao importar do SHP, deve usar-se um arquivo ZIP contendo arquivos SHP, SHX e DBF.

### 2.2. Rotação de culturas

Pode-se especificar uma rotação de culturas para cada campo, ou seja, culturas que foram cultivadas no passado ou que estão a ser cultivadas no campo no presente momento.

- Adição rápida de culturas
- 1 de abril é indicado automaticamente como a data de sementeira no período de verão (de 1 de abril a 30 de setembro) e 1 de outubro é indicado como a data de sementeira no período de inverno.

- Durante o período de 1 de outubro a 31 de março, pode-se selecionar apenas uma safra de inverno.

### **3. Culturas**

Ao criar uma nova cultura, especifique o nome, a cor e, se necessário, ative a opção “Cultura de inverno”.

A cor do campo no mapa corresponde à cor da cultura que está a ser cultivada atualmente. Para que o sistema identifique qual cultura que está no campo, a rotação de culturas do campo deve ser especificada.

As culturas também são identificadas ao calcular o trabalho no campo se a rotação de culturas for especificada para o período selecionado.

### **4. Tarefas**

Pode-se criar o catálogo de tarefas, ou seja, tipos de trabalho realizados em campo: cultivo do solo, sementeira, plantação, fertilização, rega, colheita e assim por diante. Pode-se especificar as tarefas nas propriedades da máquina operadora ou operação.

Nota Importante: O Hecterra chama “Operações” às tarefas como são: gradagens, passagens de chisel, adubação, fertilização, entre outras.

### **5. Máquina operadora**

A lista de máquinas operadoras consiste nos reboques criados na conta Wialon com o qual se está trabalhando.

Pode-se criar, editar e excluir máquinas operadoras (trailers) apenas no Wialon. Informações sobre a atribuição de máquinas operadoras a unidades também são fornecidas pela Wialon.

No Hecterra, pode-se especificar as seguintes informações para a máquina operadora:

- Largura de trabalho (em metros) que é levada em consideração no cálculo da área trabalhada do campo;
- Tarefas - na lista das tarefas disponíveis, é possível ver as que foram criadas anteriormente na guia com o mesmo nome.

### **6. Registo de operações**

Podem-se pesquisar, editar, recusar e aprovar possíveis operações.

Conceitos básicos relacionados ao registo de operações:

- Operação é a interseção do percurso da unidade e a geocerca do campo que foi encontrado pelo sistema e aprovado pelo utilizador.
- Operação potencial é a interseção do percurso da unidade e a geocerca do campo encontrado pelo sistema e não aprovado pelo utilizador.
- Registo é o processo de aprovação de operações pelo utilizador.

## 6.1. Pesquisar

Para iniciar a pesquisa, selecionar a data em que o trabalho foi supostamente executado, nome ou nomes da unidade (máx. 10).

- Algoritmo de pesquisa

O sistema encontra possíveis operações se as seguintes condições forem atendidas:

- Existe um campo;
- O percurso da unidade cruza a geocerca do campo no dia especificado;
- A unidade move-se dentro da geocerca por pelo menos 5 minutos. A duração do movimento inclui apenas os intervalos em que a unidade enviou mensagens com uma velocidade acima de 0 km/h. Um intervalo é formado por duas ou mais mensagens consecutivas com velocidade diferente de zero;
- O comprimento do percurso da unidade em relação ao perímetro do campo em percentagem não é menor que o valor indicado nas configurações das contas.

O sistema deteta o fim de um operação nos seguintes casos:

- O motorista e/ou a máquina operadora foram removidos da unidade;  
Um novo motorista e/ou máquina operadora foi atribuída à unidade;
- O dia do calendário terminou;
- A unidade saiu do campo e não retornou até o dia seguinte;

- Uso do sensor de trabalho

Ao configurar um sensor de trabalho, as operações detetadas consistem apenas nas seções do campo em que a unidade se movimentou com a máquina operadora a operar.

Somente sensores digitais podem ser usados para detetar operações.

- Tabela de Operações Potenciais

As operações potenciais encontradas são exibidas na tabela com as seguintes colunas: campo, cultura, unidade, hora de início, hora de término, duração, motorista, máquina operadora, largura, operação, área trabalhada.

## 6.2. Propriedades

As informações são exibidas em quatro blocos:

### 1. Informações sobre o campo

- Campo. O nome do campo onde a operação ocorreu;
- Cultura. O nome da cultura. É preenchido automaticamente se o nome for especificado na rotação de culturas do campo;
- Área, ha. A área total do campo.

### 2. Hora e duração da operação

- Hora de início;

- Hora de término;
- Duração. A duração da operação (calculada como a soma dos intervalos de movimento dentro da operação selecionado).

### 3. Informações sobre a unidade, motorista e máquina operadora

- Unidade. O nome da unidade que realizou a operação.
- Motorista. O nome do motorista que executou o trabalho. Isso pode ser determinado pelo sistema se a operação foi realizado pelo motorista designado à unidade. Também se pode selecionar um ou mais motoristas que realizaram a operação.
- Máquina operadora. O nome da máquina operadora que foi usada durante a operação. Isso também é determinado pelo sistema se a operação foi realizada usando a máquina operadora atribuída à unidade;
- Operação. O tipo de trabalho realizado no campo. É preenchido automaticamente se o tipo for especificado nas propriedades da máquina operadora;
- Largura. A largura de trabalho da máquina operadora ou unidade (campo editável). É preenchido automaticamente se a largura for especificada nas propriedades da máquina operadora.

### 4. Informações resumidas

- Área trabalhada. A área das seções de campo que a unidade visitou pelo menos uma vez. A percentagem é calculada a partir da área total do campo;
- Sobreposições. A área das seções de campo que a unidade visitou mais de uma vez. A percentagem é calculada a partir da área trabalhada do campo;
- Omissões. A área total das seções que a unidade não visitou. Estes podem ser os "espaços em branco" entre as seções de cultivo ou entre as seções adjacentes à borda do campo (desde que sejam inferiores a 1 ha). As omissões de mais de 1 ha estão incluídas na Área restante;
- Área restante. A área do campo que não foi trabalhada;
- Quilometragem. Quilômetros totais durante a operação em campo;
- Velocidade Média. A velocidade média do movimento através do campo durante a operação;
- Velocidade Máxima. A velocidade máxima de movimento através do campo durante a operação.
- Combustível gasto. A quantidade de combustível gasto durante a operação. O valor é obtido da coluna Consumido da tabela Estatísticas, se estiver disponível para a unidade selecionada em Wialon (os sensores de combustível estão configurados). No entanto, esses valores podem diferir em Wialon e Hecterra, em particular, quando o relatório é executado por um curto intervalo de tempo em Wialon e há flutuações no nível de combustível. Se não houver valor na coluna Consumido, ele será retirado da coluna Consumido pela matemática. Se a unidade estiver fora do campo, o valor incluirá apenas o volume de combustível gasto dentro do campo.

## **7. Operações agrupadas**

A operação agrupada é uma coleção de operações realizados no mesmo campo. É conveniente usar uma operação agrupada, por exemplo, quando um campo é cultivado por várias

unidades ao mesmo tempo ou por uma unidade por vários dias, mas deve ser exibido como uma operação no relatório.

O sistema agrupa (não combina) operações num se as seguintes condições forem atendidas:

- As operações devem ser realizadas no mesmo campo;
- As operações devem ser registadas;
- Eles devem ter a mesma tarefa;
- A mesma cultura deve ser indicada;
- Não devem passar mais de 15 dias a partir do dia em que foi realizada a primeira operação registada.

## **8. Relatórios**

É possível obter um relatório com informações detalhadas sobre o trabalho realizado em campo, baseado em operações aprovadas.

Existem seis tipos de relatórios no Hecterra:

- Por unidade;
- Por campo;
- Pelo motorista;
- Por operação;
- Por cultura;
- Todas as operações.

- Executar um relatório

Ao executar um relatório, são utilizados dados sobre unidades, motoristas e máquinas operadoras no momento do registo da operação, independentemente das alterações feitas depois.

Podem-se exportar relatórios em documentos CSV e XLSX.

- Informação num relatório

Acima da tabela do relatório, há um bloco com estatísticas que inclui as seguintes informações:

- Número de operações;
- Duração dos operações;
- Quilometragem;
- Área trabalhada;
- Volume de combustível gasto.

## **9. Backup de contas**

Principais propósitos para a criação de um Backup:

- Transferência de dados de uma conta para outra, inclusive do Wialon Hosting para o Local;
- Armazenar um backup de dados em caso de perda de dados;
- Preparando demo e novas contas rapidamente.

Um backup de conta contém:

- Campos;
- Culturas;
- Rotação de culturas;
- Tarefas;
- Propriedades de máquinas operadoras;
- Operações (incluindo informações sobre as unidades, motoristas e reboques existentes e excluídas);
- Configurações de contas.